DR. L. RABENHORST'S

Kryptogamen-Flora

VON DEUTSCHLAND, ÖSTERREICH UND DER SCHWEIZ

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG NEU BEARBEITETE AUFLAGE

ELFTER BAND

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. R. KOLKWITZ, BERLIN

Heterokonten

VON

PROF. DR. A. PASCHER, PRAG

LEIPZIG 1939

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

Heterokonten

VON

PROF. DR. A. PASCHER

MIT EINEM BEITRAG

Kultur der Heterokonten

VON

PROF. DR. W. VISCHER, BASEL

MIT 912 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG 1939
AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

15-1895-

5893-90
2

Copyright 1939 by Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig
Printed in Germany / Druck von Paul Dünnhaupt, Köthen (Anhalt)

Vorwort.

Als erste meiner Bearbeitungen für den „Rabenhorst“ erscheint auf Wunsch des Herausgebers die Bearbeitung der Heterokonten. Es ist vielleicht jetzt notwendig, über diese erst zum geringeren Teil bekannte Algenreihe eine Übersicht zu bekommen, auf der weiter aufgebaut werden kann. Die Tatsache, daß bei den Heterokonten sehr vieles sowohl in systematischer wie auch in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht unklar ist, daß hier Organisationen auftreten, die bei anderen Algenreihen (mit Ausnahme der Chrysophyceen) nicht oder nur andeutungsweise vorkommen, das alles erzwang eine ausführlichere Behandlung sowohl in bezug auf den Text als auch in bezug auf die Abbildungen. Die Abbildungen sind zum größten Teil Originale, so wie ich auch bemüht war, selber möglichst viel zu sehen.

Die vorliegende Bearbeitung stellt das großteils unbefriedigende Ergebnis einer mehr als dreißigjährigen Beschäftigung mit den Heterokonten dar. Von den Ergebnissen dieser langjährigen Untersuchungen ist nur ein sehr kleiner Teil in eigenen Abhandlungen veröffentlicht worden. Der größte Teil ist hier das erste Mal dargestellt. Damit erklärt sich auch die große Zahl der neuen Gattungen und Arten. In bezug auf die Systematik vertrat ich wie immer den Standpunkt, nichts spezifisch oder generisch zu vereinigen, dessen Zusammengehörigkeit nicht nachgewiesen werden kann. Es ist leichter, irrtümlich Getrenntes zu vereinigen, als aus einem Sammelsurium Selbständiges herauszulösen.

Dem Wunsch mehrerer Algologen, den allgemeinen Teil ausführlich zu behandeln, bin ich nur ungern nachgekommen. Der langjährige Streit um die systematische Selbständigkeit der Heterokonten hat ihnen zu Unrecht einen gewissen geheimnisvollen Nimbus verliehen.

Selbstverständlich stellt auch diese Bearbeitung nichts Abschließendes dar. Dazu muß vielfach die Reinkultur herangezogen werden. Vor allem ist die engere systematische Gliederung oft nur ein künstlicher Notbehelf. Ebensowenig um-

faßt die Bearbeitung „sämtliche“ Heterokontenformen. Es spricht sehr viel dafür, daß sich die Zahl der Heterokonten bei genauerem und vor allem geschultem Studium vervielfachen wird.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die meinen algologischen Arbeiten gerade in kritischen Zeiten wiederholt weitergeholfen hat, sei auch hier viel Dank gesagt.

Einige Forscher, zum Teil persönliche Freunde, haben mich in sehr selbstloser Weise unterstützt, vor allem Herr Prof. W. Vischer (Basel), der mir jederzeit in liebenswürdigster Weise durch Übersendung von Kulturen und Mitteilungen von unveröffentlichten Beobachtungen half und auch als der Erfahrenste in Heterokonten-Kulturen das Kapitel „Kultur“ bearbeitet hat. Dann die Professoren Geitler (Wien), Smith (São Paulo, Kalifornien), Dr. Skuja (Riga), die mir Beobachtungen mitteilten und Figurenvorlagen liehen, dann die Professoren Fritsch (London), Hartmann (Berlin), Dangeard (Bordeaux), Miller (Moskau) und Wulff (Helgoland), die mir verschiedene Mitteilungen machten oder Literatur für mich einsahen. Die Professoren Chodat, Czurda und Pringsheim stellten mir Kulturen zur Verfügung. Bei der Herstellung der Skizzen und der Figuren unterstützte mich sehr Frau E. Knott-Sigmond. Kontrollbeobachtungen machte mir jederzeit Frau Dr. J. Petrova, Radiuminstitut, Prag-Podol. Allen Genannten, nicht zuletzt meiner Frau, sei auch hier herzlich gedankt.

Prag, Deutsche Universität, Sommer 1939.

A. Pascher.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Heterokonten 1

Allgemeiner Teil

I. Die bei den Heterokonten vorkommenden Ausbildungen . . . 3

1. Die beweglichen Organisationen der Heterokonten 3

A. Die geißelbeweglichen Ausbildungen 3

B. Die amöboiden bzw. rhizopodialen Ausbildungen der Heterokonten 16

2. Die unbeweglichen Organisationen der Heterokonten 23

A. Die gallertumhüllten Ausbildungen 23

B. Die behäuteten Organisationen 33

a) Vegetative Stadien 33

α) Die Coccalenorganisation der Heterokonten 33

β) Die Trichalen-organisation (Fadenalgen-organisation) der Heterokonten 50

γ) Die Siphonalenorganisation der Heterokonten . . . 68

b) Dauerstadien 71

II. Allgemeine Morphologie der Heterokontenzelle 89

1. Plasma und Kern 89

2. Chromatophorenapparat 92

A. Chromatophoren 92

B. Pyrenoide 100

C. Farbstoffe 105

D. Assimilate und Reservestoffe 108

E. Rückbildung der Chromatophoren; farblose Formen . . . 112

3. Andere Inhaltskörper der Zelle, Exkrete und Zellsaftraum . 117

4. Membran 121

III. Geschlechtliche Fortpflanzung 150

IV. Verwandtschaftsverhältnisse und Konvergenzen zu anderen Algenreihen 155

1. Verwandtschaftliche Beziehungen 155

2. Parallelentwicklung und Konvergenzen zu den Heterokonten und den anderen Algen, insbesondere den Chlorophyceen . . 173

Seite

V. Verbreitung und Biologie 180

VI. Die Kultur der Heterokonten 190

Nachtrag zum allgemeinen Teil 202

Systematischer Teil

Heterocontae LUTHER 203

Heterochloridineae 205

1. Heterochloris PASCHER 209
2. Chloramoeba BOHLIN 212
3. Polykyrtos[1]) 217
4. Chloromeson PASCHER 219
5. Nephrochloris GEITLER et GIMESI 222
6. Ankylonoton PASCHER 224
7. Phacomonas LOHMANN 226
8. Chlorokardion PASCHER 229
9. Bothrochloris PASCHER 231

Rhizochloridineae 236

1. Rhizochloris PASCHER 239
2. Stipidococcus W. et G. S. WEST 244
3. Rhizolekane PASCHER 249
4. Chlorarachnion GEITLER 252
5. Myxochloris PASCHER 257

Heterocapsineae 274

1. Heterogloea PASCHER 278
2. Gloeochloris PASCHER 283
3. Chorosaccus LUTHER 288
4. Helminthogloea PASCHER 296
5. Malleodendron 301

Heterococcineae 305

1. Pleurochloridella 334
2. Pleurochloris PASCHER 338
3. Chloridella PASCHER 360
4. Sklerochlamys 366
5. Diachros 370
6. Botrydiopsis BORZI[2]) 377
7. Excentrochloris 396
8. Perone PASCHER 400
9. Ellipsoidion 408
10. Monallantus 420

---

[1]) Die in dieser Bearbeitung neu beschriebenen Gattungen stehen ohne Autornamen.

[2]) Als Figur 252b wurde irrtümlich das Photo: Figur 214 *(Pleurochloridella)* wiederholt.

Heterokonten.

Grüne Algen ohne braune Farbstoffe, Chromatophorenapparat bei der Mehrzahl der Formen in kleine Scheibchen aufgelöst, bei manchen Formen aber in Topf- oder Muldenform und dann nicht selten in der Einzahl. Gelegentlich Chromatophoren in maschig-netziger Vereinigung bzw. Auflösung netzigmaschiger Chromatophoren in scheibchenförmige vorkommend. Chromatophoren wandständig oder auch gegen das Zellinnere verlagert (binnenständig). Pyrenoide bei manchen Formen vorhanden. Assimilat niemals Stärke, außer Volutin auch Fette und Öle und auch Leukosin.

Geißelbewegliche Stadien immer dorsiventral, zu allermeist mit zwei Geißeln, die ungleich lang sind. Die längere Geißel als Flimmer-, die kürzere als Peitschengeißel ausgebildet. Peitschengeißel sichtlich in Rückbildung begriffen, bei manchen Formen nur kurz stummelförmig oder völlig fehlend. Häufig die kürzere Nebengeißel zurückgeschlagen und oft auch funktionsunfähig.

Behäutete Ausbildungen mit einheitlicher oder zweiteiliger Membran umgeben (die beiden Schalenstücke dann gleich bis ungleich), nicht selten mit sehr regelmäßigen Skulpturen versehen. Längenwachstum oft durch Einschub mehrerer bis vieler, ineinander steckender, fingerlingartiger Zuwachsstücke, von denen die jüngeren immer länger sind als die älteren. Membransubstanz mit sehr viel Pektinen, seltener zum größeren Teile aus Cellulose bestehend und häufig verkieselt.

Die typischen Sporen immer endoplasmatisch angelegt in der Form, daß die Membran im Plasma gebildet wird. Diese immer aus zwei Schalen bestehend und nicht selten mit Außenskulpturen versehen und sehr häufig, oft in beträchtlichem Maße, verkieselt.

Die beiden Teile der Sporenmembran oft sehr ungleich und dann der kleinere den größeren deckelartig abschließend[1]).

---

[1]) Als wesentliche Merkmale möchte ich betrachten: den verschiedenen Bau der beiden Geißeln, die endoplasmatische Bildung der zweiteiligen

Daneben können in allen Reihen der Heterokonten noch *Palmella*- oder *Gloeocystis*-stadien vorübergehend gebildet werden. Auch Aplanosporen, innerhalb der Zellen gebildet, Akineten, mit direkter Umwandlung der Zellhaut in die Sporenmembran und derbe Cysten in mannigfacher Form kommen vor.

Algenreihe, die in Monaden-, Rhizopoden-, Capsalen-, Coccalen- und Trichalenform ausgebildet ist. In allen diesen Ausbildungen kommen vorübergehende vielkernige Stadien vor, die in der Reihe der Heterosiphonalen auch als charakteristische Lebensform auftreten.

Im Süß- wie auch im Meerwasser lebend. Auch Erdalgen und aërophile Ausbildungen kommen vor.

Die Heterokonten sind nicht mit den Chlorophyceen verwandt, dagegen stehen sie den Chrysophyceen und den Diatomeen nahe.

ALLGEMEINER TEIL.

Übersicht über den „Allgemeinen Teil".

I. Die bei den Heterokonten vorkommenden Ausbildungen . . . 3
1. Die beweglichen Organisationen 3
A. Die geißelbeweglichen Ausbildungen 3
B. Die rhizopodialen Ausbildungen 16
2. Die unbeweglichen Organisationen 23
A. Die gallertumhüllten Ausbildungen 23
B. Die behäuteten Ausbildungen 33
a) Vegetative Stadien 33
α) Coccalen-Organisation 33
β) Trichalen-Organisation 50
γ) Siphonalen-Organisation 68
b) Dauerstadien 71

Sporenmembran, das Fehlen der Stärke und die Bildung der fettigen und öligen Reservestoffe und des Leukosins.

Als Merkmale mehr untergeordneter Bedeutung erscheinen mir: die Art des Längen- bzw. des Flächenwachstums der sich vergrößernden Zellmembranen, die Zweiteiligkeit der Haut der vegetativen Zellen vieler Heterokonten, die ungleiche Länge der beiden Geißeln und der höhere Gehalt an gelben Pigmenten.

Als wesentliche Merkmale werden sich ferner einmal erweisen: ein anderes Mengenverhältnis zwischen Chlorophyll *a* und Chlorophyll *b* (damit in Zusammenhang stehend der Mangel an Stärke) und die andere Fließfähigkeit bzw. andere Viskosität des Plasmas.

II. Allgemeine Morphologie der Heterokontenzelle 89
1. Plasma und Kern 89
2. Chromatophoren-Apparat 92
A. Chromatophoren 92
B. Pyrenoide 100
C. Farbstoffe 105
D. Assimilate und Reservestoffe 108
E. Rückbildung der Chromatophoren und farblose Formen . 112
3. Andere Inhaltskörper der Zelle, Exkrete und Zellsaftraum . 117
4. Membran 121
III. Geschlechtliche Fortpflanzung 150
IV. Verwandtschaftsverhältnisse und Konvergenzen zu andern Algenreihen 155/173
V. Verbreitung und Biologie 180
VI. Kultur [1]) 189

I. Die bei den Heterokonten vorkommenden Ausbildungen.

1. Die beweglichen Organisationen der Heterokonten.

A. Die geißelbeweglichen Ausbildungen.

(Flagellatenorganisation, bezw. Schwärmer.)

Stadien, welche sich mittels Geißeln bewegen, treten bei den Heterokonten entweder als charakteristische Lebensform oder nur als vorübergehende Ausbildungen von Heterokonten auf, die ihr vegetatives Leben in einer anderen als der Flagellatenorganisation verbringen. Diejenigen Heterokonten, die ihr vegetatives Leben als geißelbewegliche Monaden verbringen, also die Organisationsstufe der Flagellaten unter den Heterokonten darstellen, werden als *Heterochloridineae* bezeichnet.

Gleichgültig, ob das geißelbewegliche Stadium als charakteristische Lebensform auftritt oder nur vorübergehend gebildet wird, seine Morphologie ist in beiden Fällen dieselbe, so sehr dieselbe, daß es im gegebenen Falle ohne Kenntnis des ontogenetischen Zusammenhanges unmöglich ist zu sagen, ob es sich um eine zu den Heterokonten gehörige Monade, also um eine Heterochloridale oder nur um einen Schwärmer einer anders organisierten Heterokonte handelt.

[1]) Bearbeitet von Prof. W. Vischer.

Diese monadoiden Stadien zeigen in allen Fällen eine ausgesprochene Dorsiventralität (siehe Fig. 1), die meist sehr deutlich eine längere, gewölbte, bilateralsymmetrische Rückenseite und eine flachere Bauchseite erkennen läßt, sowie ein Vorderende, das fast immer deutlich schräge abgestutzt und manchmal leicht ausgerandet ist.

Fast immer weisen sie eine weitgehende Formveränderlichkeit und oft eine ausgesprochene Amöboidie auf (siehe Fig. 3*b*, 8), so daß die Grundform manchmal sehr schwer zu beobachten ist.

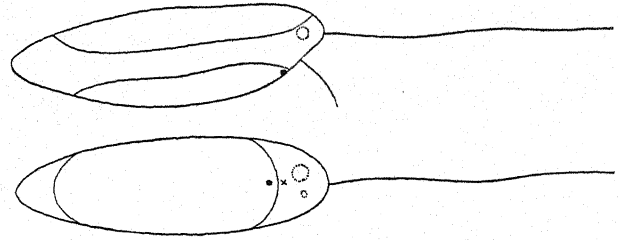


Fig. 1. Schema des Baus und der Anordnung der Organe der geißelbeweglichen Ausbildung der Heterokonten: oben von der Seite, unten von der Bauchseite gesehen. Protoplast ausgesprochen dorsiventral, vorne ausgerandet, in diesem Falle zwei Chromatophoren, der eine rücken-, der andere bauchständig. Der bauchständige am Vorderende in der Medianebene, die zugleich die Symmetrieebene ist, mit dem Stigma versehen. In der vorderen Ausrandung meist in größeren Abständen austretend die beiden Geißeln, die in der Medianebene, die zugleich Geißelebene ist, liegen. Der Rückenseite genähert die Hauptgeißel, der Bauchseite genähert die kürzere Nebengeißel. In der Seitenansicht überlagern sich die beiden vorne gelegenen kontraktilen Vakuolen; von oben gesehen sind beide kontraktile Vakuolen annähernd symmetrisch zur Mediansymmetrieebene zu sehen, dagegen überlagern sich wenigstens im Schema die beiden Geißeln. Das kleine Kreuzchen in der Ansicht von der Bauchseite bezeichnet den Einsatz der Nebengeißel, Nebengeißel projektiv verkürzt.

Die scheibchen- bis plattenförmigen Chromatophoren treten in der Ein- und in der Mehrzahl auf, sind zwei vorhanden, so sind sie nicht selten so gelagert, daß der eine mehr rücken-, der andere mehr bauchständig ist. Ist nur einer da, so ist er oft bauchständig. Manchmal ist noch die primäre Topfform der Chromatophoren (*Bothrochloris*, *Ankylonoton*) vorhanden. Bei den metabolen oder amöboiden Formveränderungen, die sehr viele Schwärmer bzw. Heterochloridalen zeigen, werden die Chromatophoren vorübergehend verschoben. Nur bei den wenigen, mehr starren Formen ist die Lage annähernd bestimmt (siehe Fig. 2 *f*, *g*, *d*, *e*) (*Phakomonas*, *Chlorokardion*). Falls nicht

Fig. 2. Schematische übersichtliche Darstellung einiger zeitlebens als Monaden lebender Heterokonten (*Heterochloridales*). *a Heterochloris*, *b*, *c Nephrochloris*, *b* von der Breitseite, *c* von der Schmalseite, die Nebengeißel vollständig reduziert, *d*, *e Chlorokardion*, *d* von der Breitseite, *e* von unten gesehen, *f*, *g Phakomonas*, *f* von der Breitseite, *g* von der Schmalseite; Geißeln weit voneinander abgerückt, das Plasma an den Geißelbasen papillös vorgezogen, *h Bothrochloris*; Protoplast vorne grubenförmig eingesenkt, *i Ankylonoton*, von der Seite gesehen, Chromatophor mit einem Pyrenoid, Nebengeißel nicht eingezeichnet, *k*, *l Chloromeson*, *k* von der Breitseite, *l* von unten. Der kleine Chromatophor binnenständig. Man beachte das bei den einzelnen Gattungen sehr verschiedene Verhältnis in den Längen der Haupt- und Nebengeißel. Nebengeißel in Reduktion begriffen, bei manchen Formen, z. B. *b*, *c Nephrochloris* und anderen völlig rückgebildet.

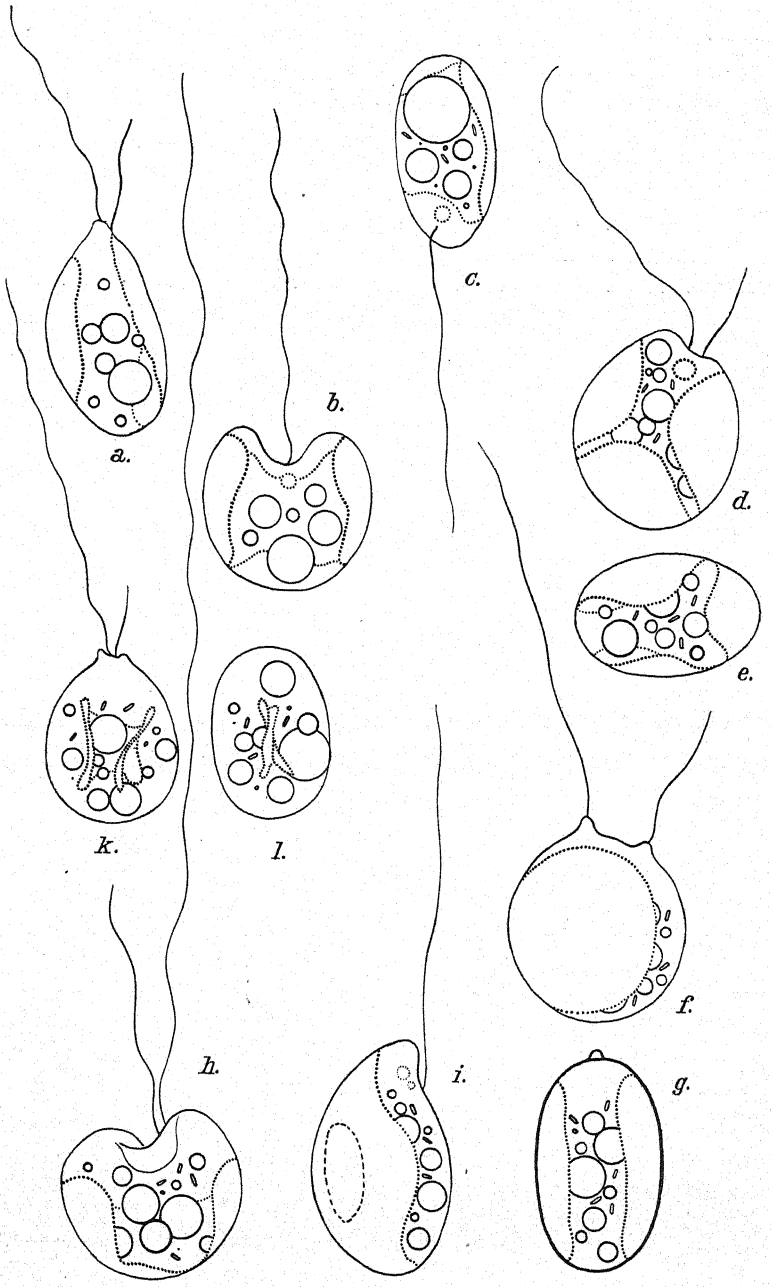


Fig. 2. Unterschrift siehe nebenstehend (S. 4).

sekundär verändert, zeigen die beweglichen Stadien die Chromatophoren meistens mehr im Vordergrund gelagert (siehe Fig. 3 *g*, *n*, *q*), während das Hinterende oft fast ganz hyalin ist. Auch bei den Heterochloridalen treten binnenständige Chromatophoren auf (*Chloromeson*, Fig. 2 *k*, *l*).

Stigma, kontraktile Vakuolen und Geißelapparat haben auch bei den Heterokontenschwärmern eine bestimmte, und zwar im Wesen die gleiche Lage zueinander, wie bei den geißelbeweglichen Ausbildungen anderer Algenreihen. Die Ebene, in der die Geißeln liegen, fällt mit der medianen Symmetrieebene des Protoplasten zusammen; die mediane Symmetrieebene ist zugleich Geißelebene. Von den beiden Geißeln tritt die kürzere (Nebengeißel) am abgeschrägten Vorderende mehr gegen die Bauchseite, die längere (Hauptgeißel) ebenfalls in der Mediane, aber mehr der Rückenseite genähert, aus. Die beiden kontraktilen Vakuolen (es ist fraglich, ob nicht gelegentlich nur eine Vakuole vorhanden ist) liegen am Vorderende des Protoplasten, der Ausrandung genähert, mehr oder weniger in einer Ebene, die auf der Geißelebene senkrecht steht. Das Stigma befindet sich auf der Bauchseite des Protoplasten am Vorderrande des oder eines der bauchständigen Chromatophoren und ist immer der Austrittsstelle der Nebengeißel genähert und nahe dem Kern (siehe Fig. 1, 4, 96). In der Seitenansicht ist daher an den geißelbeweglichen Stadien theoretisch nur eine Vakuole, dafür sind aber beide Geißeln zu sehen. Die beiden kontraktilen Vakuolen kommen gleichzeitig entweder von der Rücken- oder von der Bauchseite her zur Sicht (siehe Fig. 1). Diese Lagerungsverhältnisse können aber durch die oft weitgehende Amöboidie des Protoplasten vorübergehend etwas verändert werden und sind nur bei ruhig dahingleitenden Stadien zu bemerken[1]).

[1]) Mit dieser großen Formveränderlichkeit hängt es zusammen, daß die zeichnerische Erfassung der geißelbeweglichen Stadien recht schwer ist und die meisten Darstellungen (auch meine eigenen, besonders früheren) nicht völlig zutreffen und unzulänglich sind. Einwandfrei, wenn auch etwas schematisiert, sind die von CHADEFAUD (1935) gegebenen Schwärmerfiguren von *Tribonema*, *Mischococcus*, *Botryococcus*. Die hier gemachten Angaben über den Bau der Schwärmer gehen auf Untersuchungen von Frau Dr. PETROVÁ zurück, die über meine Bitte die Schwärmer von *Heterococcus*, *Bumilleriopsis*, *Heterothrix* und *Mischococcus* z. T. an Reinkulturen studierte, die uns Herr Prof. W. VISCHER liebenswürdigst zur Verfügung gestellt hat. Eine ausführlichere Darstellung des Baus dorsiventraler Flagellatenausbildungen wird in den B. B. C. folgen.

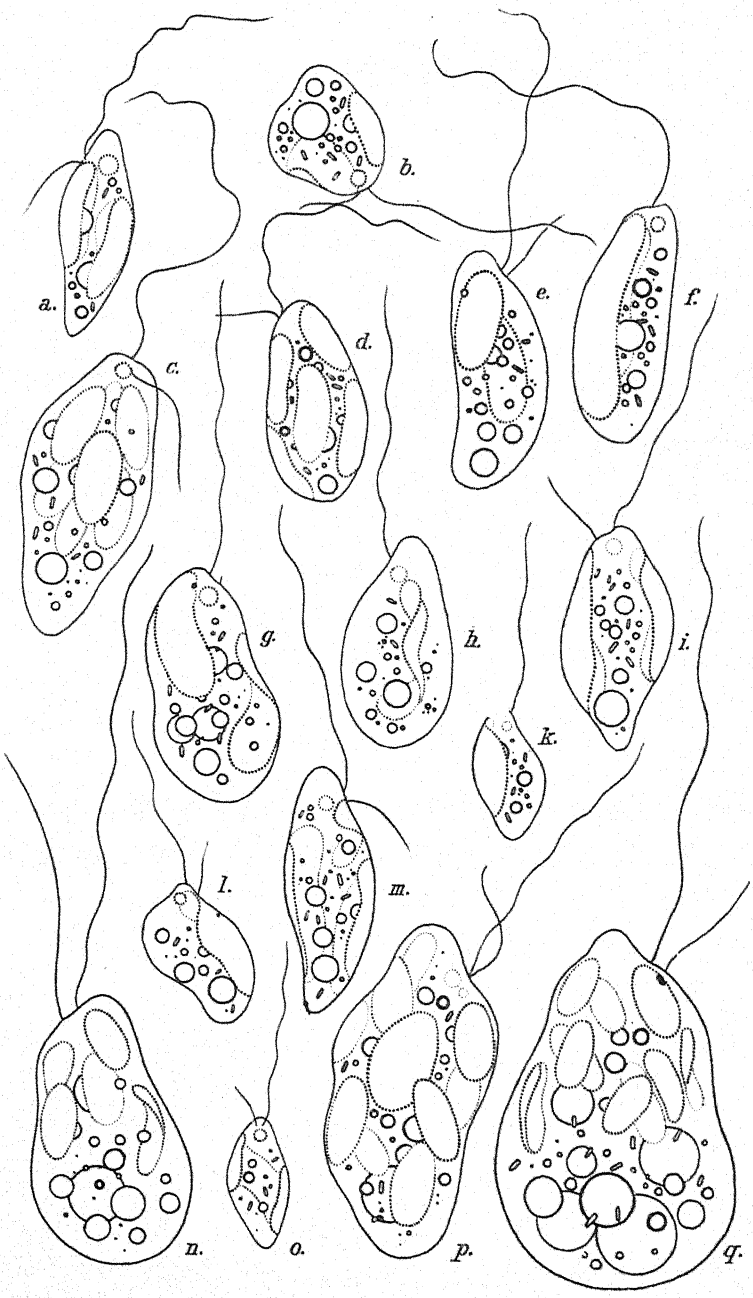


Fig. 3. Nur vorübergehend gebildete monadoide Ausbildungen von Heterokonten, die im vegetativen Stadium als unbewegliche, oft behäutete Zellen leben (Schwärmer, Zoosporen, Planosporen). *a Pleurochloris, b Malleodendron* (leicht amöboid), *c Leuvenia, d* und *k Myxochloris, e Bumilleria, f Heterothrix, g Gloeobotrys, h Heteropedia simplex, i Botrydiopsis, k* siehe *d*! *l Lutherella, m Pleurochloris, n—q Tribonema*-Arten. Man beachte auch hier wieder das verschiedene Verhältnis der Längen von Haupt- und Nebengeißel. Bei *n* Nebengeißel länger als die halbe Hauptgeißel, bei *g* Nebengeißel sehr verkürzt und stummelförmig; bei *h* Nebengeißel völlig zurückgebildet, nur mehr die Hauptgeißel vorhanden, dazwischen alle Längenverhältnisse (*c* schematisch nach GARDNER, sonst Original).

Diese relativ einfache, bilateral symmetrische Grundform erscheint nur wenig abgeändert, sei es, daß das Vorderende grubenförmig vertieft ist (*Bothrochloris:* Fig. 2 *h*; *Nephrochloris:* Fig. 2 *b*, *c*) oder durch seitliche, linsenförmige Abflachung des Protoplasten (*Chlorokardion:* Fig. 2 *d*, *e*; *Phakomonas:* Fig. 2 *f*, *g*).

Über das Vakuolensystem wissen wir kaum mehr als die Tatsache, daß meistens zwei kontraktile Vakuolen vorhanden sind, ebenso ist das Stigma noch sehr wenig untersucht; meistens ist es rotbraun bis braun und erscheint gelegentlich schwarz. Manchmal scheint es etwas vorzuspringen und ist in der Aufsicht gesehen rundlich bis elliptisch bis strichförmig. Es steht wie bereits erwähnt, am Vorderende jenes Chloroplasten, der der Nebengeißel am meisten genähert ist.

Der Kern, im Leben sehr schwer sichtbar, liegt meistens dem Vorderende genähert. Er ist relativ groß. Die Angaben über kleine Kerne gehen auf unrichtige Deutungen zurück.

Im Protoplasten finden sich ferner die später behandelten, üblichen Inhaltsstoffe der Heterokonten, Fette und Öle und außerdem das ebenfalls für die Diatomeen und Chrysophyceen nachgewiesene Leukosin, sowie kleine, manchmal stäbchenartige, kristallähnliche, stark glänzende Gebilde (S. 118), die sehr häufig am Hinterende angereichert sind, doch auch sonst im Protoplasten auftreten können. Sie verschwinden stets fast völlig, wenn das bewegliche Stadium die Form einer unbeweglichen Zelle annimmt. Wahrscheinlich werden diese kristallartigen Substanzen als Bildungsstoffe für die Membran bzw. die Gallerte der unbeweglichen Zelle verwendet.

Der Geißelapparat zeigt bei allen Heterokonten weitgehende Übereinstimmung. In den weitaus überwiegenden Fällen besteht er aus einer längeren bis sehr langen und einer viel kürzeren Geißel: Haupt- und Nebengeißel.

Die Lage der Geißeln ist recht bestimmt. Die Nebengeißel ist, wie bereits erwähnt, der Bauch-, die Hauptgeißel der Rückenseite mehr genähert. Die Austrittstellen der beiden Geißeln liegen nicht beisammen, sondern sind voneinander abgerückt (Fig. 4). Oft ist der Abstand der Austrittstellen sehr groß. Dieser Abstand scheint auch infolge der Formveränderlichkeit der Protoplasten zu schwanken. In manchen Fällen (z. B. *Phakomonas* Fig. 2 *f*, *g*) zieht sich das Plasma papillen-

artig an den Geißelbasen vor, die Geißeln scheinen dann auf kleinen Plasmahöckerchen zu stehen.

Da wir über die Cytologie des Kerns und der Kernvorgänge bei den Heterokonten noch nichts wissen, so sind wir auch derzeit noch unbekannt mit der Verankerung der Geißeln im Protoplasten und mit der Entwicklung des Geißelapparates überhaupt.

Die Längenunterschiede zwischen Haupt- und Nebengeißel wechseln bei den verschiedenen Formen sehr, sind aber bei der gleichen Art konstant (siehe Fig. 2, 3). In seltenen Fällen ist die Nebengeißel halb so lang oder länger als die halbe Hauptgeißel; meist aber ist sie kürzer als diese und mißt dann nur ein Drittel bis ein Fünftel der Hauptgeißel. In manchen Fällen ist die Nebengeißel nur sehr schwer zu bemerken und ganz kurz stummelförmig (siehe Fig. 3*g*). Die Nebengeißel kann sehr leicht übersehen werden. Tatsächlich wurde für die Schwärmer mancher Heterokonten irrtümlich nur eine Geißel angegeben (*Tribonema*, *Ophiocytium*). Ja eine fädige Heterokonte hat infolge eines solchen Beobachtungsfehlers den Namen *Monocilia*=*Heterococcus* bekommen. Sichtlich ist die als Nebengeißel bezeichnete

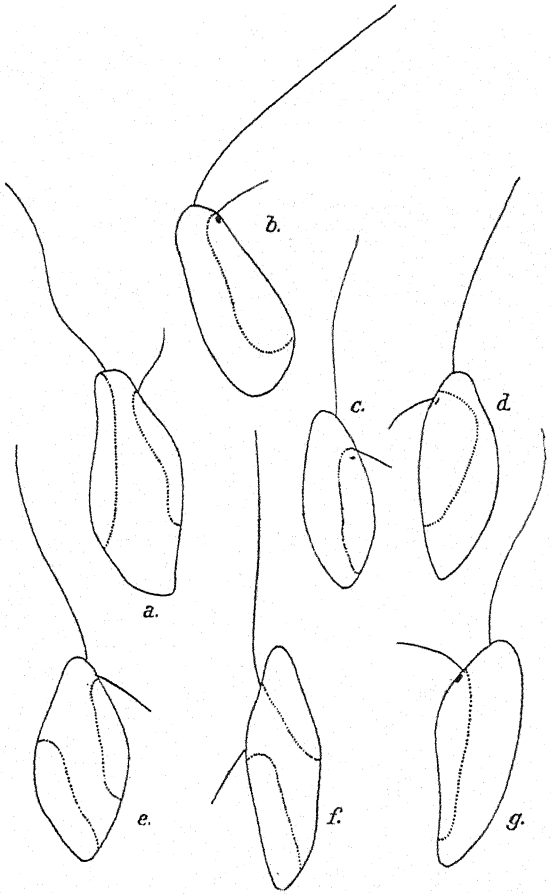


Fig. 4. Skizzen von Schwärmern verschiedener Heterokonten, *b*, *c*, *d*, *g* *Bumilleriopsis*, *a*, *e*, *f* *Mischococcus*. Der weite Abstand des Geißelaustrittes, die Lage der Chromatophoren und des Stigmas deutlich (nach Skizzen von Dr. PETROVÁ).

zweite Geißel in Rückbildung begriffen. Diese Rückbildung scheint zu Ende geführt zu sein bei jenen Formen, die derzeit überhaupt keine Nebengeißel haben und deren stark dorsiventraler Protoplast nur eine einzige, oft sehr lange Hauptgeißel besitzt (siehe Fig. 2 *b*, 3 *f*, *h*, *k*) (*Nephrochloris*, *Heterogloea*, *Heteropedia simplex* u. a.). Die Nebengeißel beteiligt sich, je kürzer sie wird, immer weniger an der Bewegung. Sie „schlägt", während die Hauptgeißel „schlängelt". Bei einer bestimmten Kürze der Nebengeißel kommt der Protoplast durch ihren motorischen Anteil während der Bewegung in ein eigenartiges Rütteln und Schuckern.

Die verschiedene Länge der Geißeln hängt mit der Dorsiventralität der Protoplasten zusammen, denn in allen Flagellaten- bzw. Algenreihen, bei denen geißelbewegliche, dorsiventrale Protoplasten vorkommen, besitzen diese ungleiche Geißeln. Sie stehen damit im Gegensatz zu den nicht dorsiventralen Formen derselben Flagellaten- bzw. Algenreihen, die gleichlange Geißeln haben. So haben die meisten Volvocalen, aber auch die meisten Schwärmer der Grünalgen gleichlange Geißeln, die dorsiventralen, monosymmetrischen aber ungleiche Geißeln (z. B. *Dangeardinella*, *Apiochloris*, *Chloronephris*, *Trichloris* usw.). Danach würde die verschiedene Geißellänge der beweglichen Stadien der Heterokonten kein Konstitutionsmerkmal, sondern ein sekundäres, durch die Erwerbung der Dorsiventralität bedingtes Merkmal darstellen.

Die geißelbeweglichen Ausbildungen der Heterokonten erweisen sich nach unseren jetzigen Kenntnissen darin als sehr einheitlich, daß die bauchständige Geißel kürzer ist als die mehr rückständige Geißel (Hauptgeißel). Erstere ist, wie bereits erwähnt, allem Anschein nach in Rückbildung begriffen. Eine andere Formgestaltung dorsiventraler, bilateral symmetrischer Monaden, die wir bei anderen Flagellaten- bzw. Algenreihen verwirklicht sehen, scheint in der Flagellatenreihe der Heterokonten, den Heterochloridalen, nicht ausgebildet zu sein: die bauchständige Geißel in der Bauchseite nach rückwärts geschlagen (Schleppgeißel). In diesem Falle erfährt die bauchständige Geißel eine Förderung und wird oft länger als die andere mehr rückenständige Geißel (vgl. die entsprechenden Formbildungen bei den Eugleninen, Dinoflagellaten u. a.). Es handelt sich meist um sehr weit fortgeschrittene Typen mit oft komplizierten Vakuolensystemen und oft hoch differenzierten Periplasten usw. Man könnte daran denken, daß die

nach unseren derzeitigen Kenntnissen isoliert stehende Flagellatenreihe der Chloromonadinen (*Vacuolaria*, *Gonyostomum* u. a.) diese vorgeschrittene Stufe der Flagellatenreihe unter den Heterokonten darstelle. Aber bis jetzt ließ sich kein verwandtschaftlicher Zusammenhang zwischen Chloromonadinen und Heterokonten erweisen. Die Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Gruppen sind noch unüberbrückbar.

Das Fehlen dorsiventraler Flagellatenprotoplasten mit stark entwickelter bauchseitiger Schleppgeißel schließt natürlich nicht aus, daß unter Beibehaltung der Reduktion der bauchständigen Geißel Sonderentwickelungen bei einzelnen als Flagellaten lebenden Heterokonten auftreten. So zeigt z. B. *Bothrochloris* (Fig. 2 *h*, 18) eine besondere Längenförderung beider Geißeln: Hauptgeißel bis 10mal so lang als der Protoplast, Nebengeißel $1^1/_2$–2mal länger als der Protoplast. Das Längenverhältnis der beiden Geißeln zueinander ist aber im allgemeinen doch das gleiche wie bei den „typischen" Flagellatenstadien der Heterokonten. Die nur zeitweilig gebildeten Schwärmer der vorherrschend unbeweglich lebenden Heterokonten haben aber im allgemeinen recht unterschiedliche Geißelverhältnisse.

Die beiden Geißeln sind aber nicht nur in bezug auf ihre Länge, sondern auch in bezug auf ihre Struktur verschieden. VLK (1930) wies nach: erstens, daß die Hauptgeißel eine Flimmergeißel ist, deren zentraler Strang in den Präparaten immer einen gleichmäßigen, wenn auch lockeren, zweizeiligen Besatz von kurzen Flimmern zeigte (Fig. 6, 7) und zweitens, daß die Nebengeißel niemals einen solchen Flimmerbesatz aufwies, sondern eine ausgesprochene Peitschengeißel mit

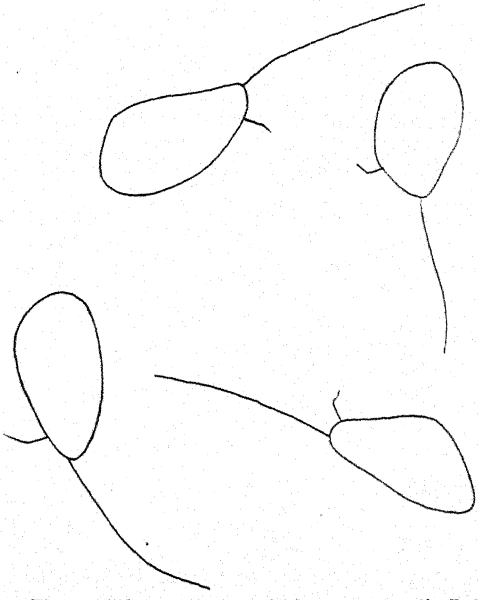


Fig. 5. Schwärmer von *Heterococcus*, mit Jod fixiert. Die kleine Nebengeißel ist an ihrem kurzen peitschenförmigen Ende deutlich als Peitschengeißel erkennbar (nach Skizzen von PETROVÁ).

einem derberen Basal- und einem feineren Endstück war (siehe Fig. 5). Dabei schwankte an der peitschenförmigen Nebengeißel das Längenverhältnis zwischen Basal- und Endstück. Untersucht wurden von VLK die Schwärmer der Heterococcale *Botrydiopsis* und der Heterotrichale *Heterococcus*. Da es immer die kürzere, die Nebengeißel ist, welche als Peitschengeißel ausgebildet wird und die Hauptgeißel immer eine Flimmergeißel ist, so ist anzunehmen, daß auch bei den eingeißeligen Formen (z. B. *Nephrochloris*) diese einzige Geißel die Flimmergeißel, nicht die Peitschengeißel ist. Dafür spricht auch die schlängelnde Bewegung dieser einzigen Geißel. Die Peitschengeißel scheint eben in Reduktion begriffen zu sein.

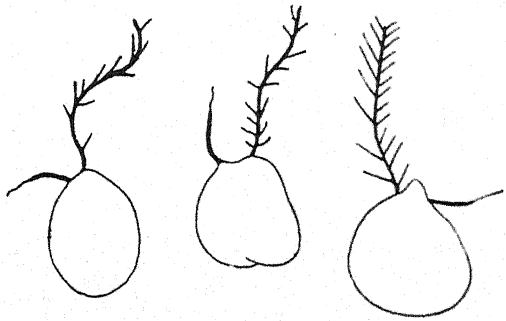


Fig. 6. Struktur der Geißeln: *Heterococcus*, Hauptgeißel als Flimmergeißel, Nebengeißel als Peitschengeißel mit derbem Basalstück und feinem Endstück entwickelt (nach VLK).

Da die Volvocalen wie auch die beweglichen Stadien von Chlorophyceen ausschließlich Peitschengeißeln und niemals Flimmergeißeln haben, so sind die Unterschiede in der Geißelstruktur auch von wesentlicher systematischer Bedeutung. Das äußert sich auch darin, daß die Heterokonten in ihrer Geißelstruktur mit den ungleichgeißeligen Chrysophyceen übereinstimmen. Das ist ein Beleg für die Verwandtschaft von Heterokonten und Chrysophyceen.

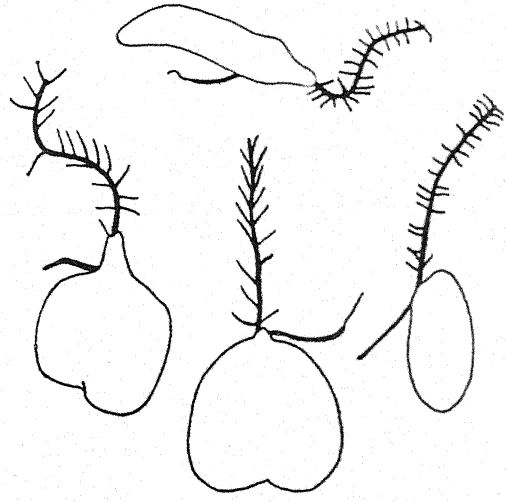


Fig. 7. Geißelstruktur der Schwärmer von *Botrydiopsis arhiza*. Hauptgeißel als zweiseitige Flimmergeißel, Nebengeißel als Peitschengeißel entwickelt (nach VLK).

Die Bewegung der Heterokontenschwärmer und der Heterochloridalen zeigt gegenüber ähnlichen dorsiventralen monadoiden Organisationen keine Besonderheiten. In sehr vielen Fällen, vielleicht in den meisten, ist die Lokomotion mit einer Rotation um die Längsachse der Monade nicht verbunden, wenn auch der Protoplast während der Bewegung seitliche Schwankungen, bezogen auf die Längsmediane, zeigt. Die freie Bewegung erfolgt auch meistens nicht geradlinig, sondern in der Form weiterer oder engerer, kürzerer oder längerer Schraubengänge um die Bewegungsrichtung, wobei die Längsachse der Protoplasten nicht parallel zur Bewegungsrichtung, sondern etwas schief steht. Der Winkel, der dabei von der Längsachse der Monade gebildet wird, hängt ab von der Form der Monade und auch von der Geschwindigkeit der Bewegung. Alle diese geißelbeweglichen Ausbildungen vermögen mit dem Vorderende über das Substrat zu gleiten, wobei der Protoplast schief vom Substrat absteht. Bei vielen Formen erscheint diese Bewegung die hauptsächliche zu sein. Formen, deren Protoplasten sehr stark parallel zur Mediane abgeflacht sind und auch bei solchen, bei denen die Abflachung in einer anderen Ebene ausgebildet ist, zeigen während der Bewegung ein auffallendes Flattern (*Chloromeson, Chlorokardion*).

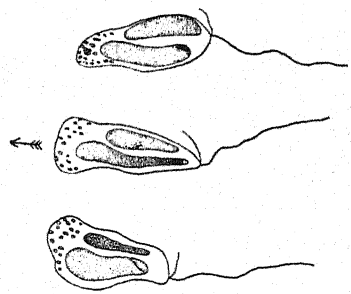


Fig. 8. *Tribonema* spec. Drei Schwärmer mit der charakteristischen Geißelhaltung. Bewegungsrichtung in der Richtung des Pfeiles (nach GEITLER).

Manche Formen können sich nur nach vorwärts bewegen, die meisten aber schwimmen ebensogut nach vorwärts wie nach rückwärts (Fig. 8). Dies trifft sowohl für die Schwärmer der behäuteten und unbeweglichen Formen wie auch für jene Formen zu, die ständig monadoid sind (*Chloromeson*). Bemerkt sei, daß Formen mit sehr langer Hauptgeißel sich besonders gut nach beiden Richtungen hin bewegen können (*Chloromeson*).

Ausdrücklich sei wiederholt betont, daß wir derzeit nur relativ einfache, geißelbewegliche Formen kennen. Formen mit kompliziertem Periplasten, mit sehr differenziertem kontraktilen Vakuolensystem ähnlich den Eugleninen, Peridineen oder vorgeschrittenen Chrysomonaden sind derzeit unbekannt. Ebenso beschalte oder mit Gehäusen versehene und vor allem auch koloniale Formen.

Anomale Ausbildungen der geißelbeweglichen Stadien.

Die bis jetzt besprochenen Ausbildungen entsprachen den Normalformen der beweglichen Stadien. Es treten aber gerade bei den Heterokonten vielfach Bildungen auf, die von diesen

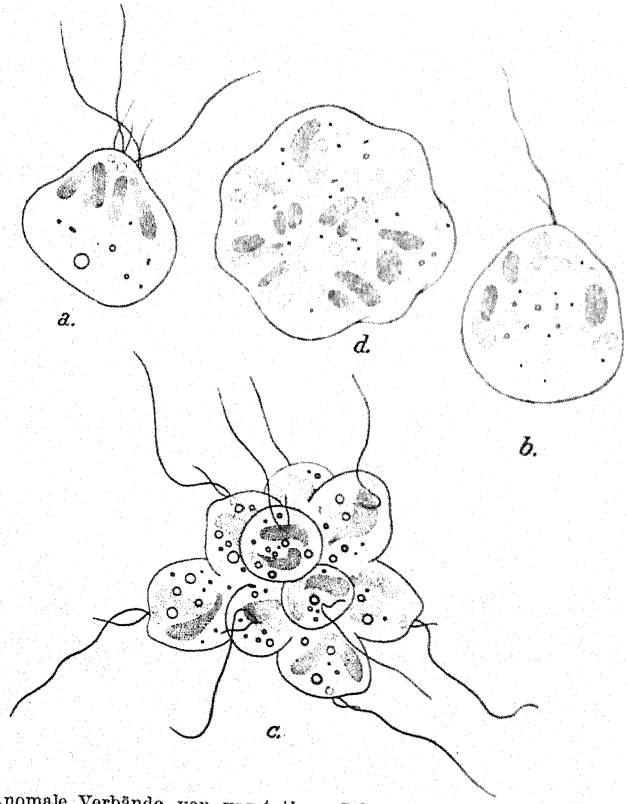


Fig. 9. Anomale Verbände von vegetativen Schwärmern, die durch unvollständige Protoplastenteilungen zustande gekommen sind. Bei *a* Die Geißelpaare dreier Schwärmer vorn gehäuft, drei Paare von kontraktilen Vakuolen: drei in ihren Protoplasten ungetrennt gebliebene Schwärmer. *b* Vier ungetrennt gebliebene Schwärmer mit vier Paar kontraktilen Vakuolen (nur ein Paar eingezeichnet), aber nur ein Geißelpaar entwickelt. *c* Mehrere Schwärmer mit ihren Hinterenden vereinigt und nur in bezug auf ihre Vorderenden frei. Jeder einzelne Schwärmer mit zwei kontraktilen Vakuolen und dem Geißelpaar. *d* Ca. acht Schwärmer mit ihren Protoplasten vollständig vereinigt. Die Paare der kontraktilen Vakuolen zum Teil deutlich zu sehen. Die acht weit voneinander abstehenden Geißelpaare nicht eingezeichnet (*Botrydiopsis*).

normal ausgebildeten weit abweichen. Diese Abweichungen finden sich vor allem bei den vorübergehend beweglichen Schwärmern der verschiedenen unbeweglichen Ausbildungen der Heterokonten, und zwar sowohl bei den Heterocapsalen wie auch bei den Heterococcalen und Heterotrichalen, dann,

wenn diese beweglichen Stadien zu mehreren bis vielen in einer behäuteten Zelle bzw. Spore gebildet werden.

Häufig bleiben solche Schwärmer bei ihrem Austritte aus den Mutterzellen zu zweien oder zu mehreren durch feine Plasmafäden verbunden und lösen sich z. T. erst nach dem Austritte ab. Oft sind aber die Schwärmer mit ihren Hinterenden viel weitergehend verbunden, während die Vorderenden frei bleiben (siehe Fig. 9*c*). So entstehen traubige, kugelige bis unregelmäßige Gebilde, die zentral oft eine größere Masse gemeinsamen Plasmas haben, peripher aber die mehr oder weniger getrennten Einzelköpfe der Schwärmer zeigen. Die zentrale Verbindung ist auch oft sehr unbedeutend. Solche Gebilde (siehe Fig. 9*c*) erinnern lebhaft an Flagellatenkolonien, bei denen die Einzelzellen nur mit den Hinterenden verbunden sind.

Die Vereinigung der Schwärmer kann aber so weit gehen, daß gerade nur ihre vordersten Enden aus der gemeinsamen Plasmamasse heraussehen und die Anzahl der verbundenen Schwärmer anzeigen. Da die Chromatophoren den Vorderenden der Schwärmer genähert sind, so sind solche Schwärmermassen peripher grün, zentral aber farblos. Das Extrem dieser Bildungen stellen schließlich unregelmäßige Plasmamassen vor mit regelmäßig oder unregelmäßig verteilten Geißelpaaren (siehe Fig. 9*d*), ohne daß die Vorderenden der einzelnen Schwärmer irgendwie erkennbar wären. Solche Gebilde sehen weitgehend den Synzoosporen der Vaucheriaceen gleich, denen sie auch morphologisch völlig entsprechen. Die Bewegung dieser Synzoosporen-artigen Schwärmerkomplexe erfolgt, wenn die Vereinigung der Einzelschwärmer weitgehend genug ist, völlig einheitlich. Ist die Vereinigung solcher Verbände aber geringer, so lösen sich manchmal während der Bewegung einzelne Schwärmer oder Schwärmergruppen von dem großen Verbande ab[1]).

Kompliziert werden diese Synzoosporen-artigen Gebilde dadurch, daß an ihnen, oft nur durch sehr zarte, manchmal verzweigte Plasmabrücken verbunden, Einzelschwärmer oder wenigzellige Schwärmerkomplexe hängen. Dadurch, daß diese Stadien z. T. oft amöboid werden können, wird das Bild sehr verwickelt. Es treten dann Schwärmerkomplexe auf, die z. B.

[1]) Die gleichen synzoosporenartigen Verbände wurden auch an den Schwärmern von *Botrydium* beobachtet. Ich danke auch hier Herrn Prof. Miller (Moskau) für die Mitteilung und die übersendeten Figuren.

aus einer zentralen begeißelten Schwärmergruppe bestehen, an der völlig amöboide Ausbildungen hängen und umgekehrt.

Diese Ausbildungen kommen aber nach unserem derzeitigen Wissen bei keiner Heterokonte regelmäßig und charakteristisch vor. Sie stellen immer nur abweichende Zustände dar. Wir kennen derzeit keine Heterokonte, auch keine vielkernige Ausbildung, die Synzoosporen-artige Verbände regelmäßig ausbildet.

Die bis jetzt besprochenen Abweichungen waren dadurch charakterisiert, daß Einzelschwärmer mit selbständigem Kern und selbständigem Geißelapparat mit ihrem Protoplasten mehr oder weniger verbunden waren. Andere Ausbildungen aber besitzen, trotzdem sie mehrere Kerne, mehrere kontraktile Vacuolen haben und auch in ihren Chromatophoren mehreren Schwärmern entsprechen, nur einen einzigen Geißelapparat (siehe Fig. 9*b*), der aber in keiner Weise größer ist, als bei den Normalformen. Solche mehrkernige, und in ihrem Protoplasten mehreren Schwärmern entsprechende Ausbildungen wurden bereits für *Leuvenia* von Gardner beschrieben. Ich habe sie oft bei *Botrydiopsis*, *Heterococcus* und *Tribonema* gesehen und Petrová hat diese Beobachtungen vielfach erweitert[1]). Es ist klar, daß solche ungetrennte Schwärmerkomplexe besonders dann zur Annahme geschlechtlicher Vorgänge geführt haben, wenn zwei Schwärmer mit ihren Protoplasten verbunden blieben.

B. Die amöboiden bzw. rhizopodialen Ausbildungen der Heterokonten.

Neben den geißelbeweglichen Stadien gibt es bei den Heterokonten auch rhizopodiale Ausbildungen, bei denen die Lokomotion durch Bildung von Pseudo- bzw. Rhizopodien erfolgt. Sie weisen neben der pflanzlichen auch animalische Ernährung auf.

Diese rhizopodialen Ausbildungen treten bei manchen Heterokonten nur vorübergehend auf. Es handelt sich dabei nicht um Ausbildungen, die auf bestimmte Reihen beschränkt sind. Im Gegenteil, solche rhizopodiale Ausbildungen finden sich nicht nur bei der Monadenorganisation, den Heterochloridalen, sie treten auch bei den capsalen, coccalen und trichalen Reihen auf, sei es, daß sich deren Schwärmer in Amöben umwandeln, sei es, daß bereits Amöben als Vermehrungsorgane aus den Zellen austreten.

---

[1]) Eine ausführliche Darstellung kommt in den BBC.

Die Heterochloridalen *Heterochloris*, *Chloromeson* können durch Ausbildung von Pseudopodien, die auch zu Rhizopodien werden können, völlig amöbenartig werden. Gehen dabei die Geißeln verloren (s. Fig. 10), so sieht der Organismus jetzt

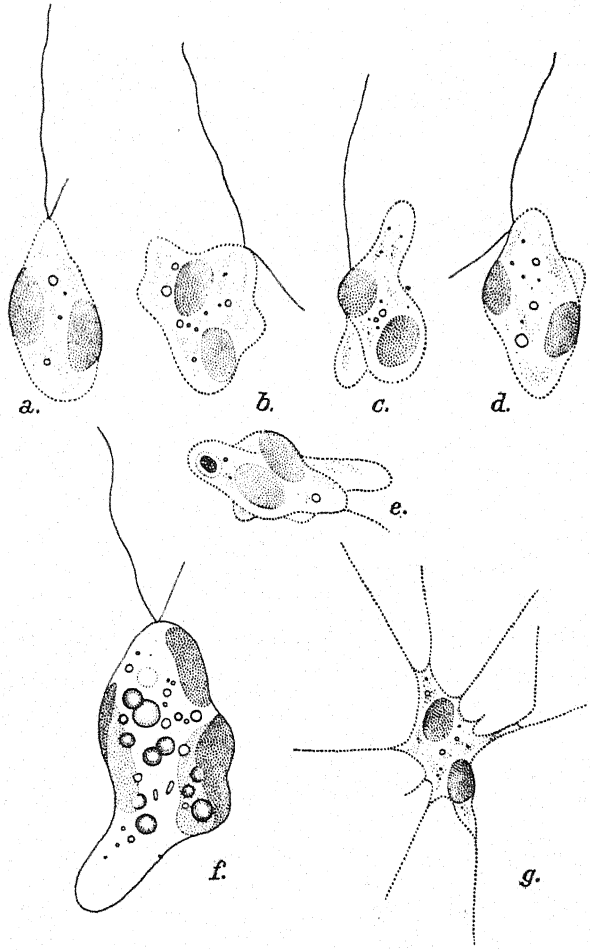


Fig. 10. *Heterochloris:* Eine in normaler Ausbildung geißelbewegliche Heterokonte in ihren Übergängen zur rhizopodialen Ausbildung. Bei *e* und *g* bereits ohne Geißeln, völlig amöboid bzw. rhizopodial.

einer kleinen, mit Chromatophoren versehenen Amöbe völlig gleich und kann gar nicht als Monade erkannt werden. Soweit nun solche unter Geißelverlust amöboid gewordene Heterochloridalen nicht zur Sporen- oder Palmellabildung schreiten, wandeln sie sich nach einiger Zeit wieder in die Flagellaten-

organisation zurück. Durch welche Umstände die monadoide oder amöboide Ausbildung bedingt wird, ist noch unbekannt[1]).

Genau so, wie solche vorherrschend monadoid lebende Heterokonten amöboid werden können, so ist es auch der Fall

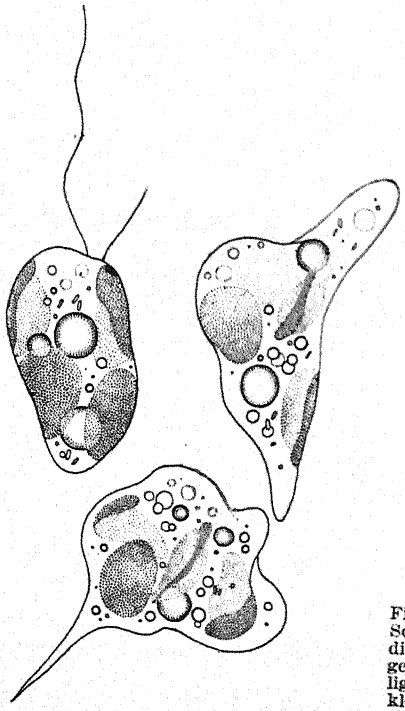


Fig. 11. Schwärmer von *Tribonema* unter Verlust der Geißeln völlig amöboid werdend.

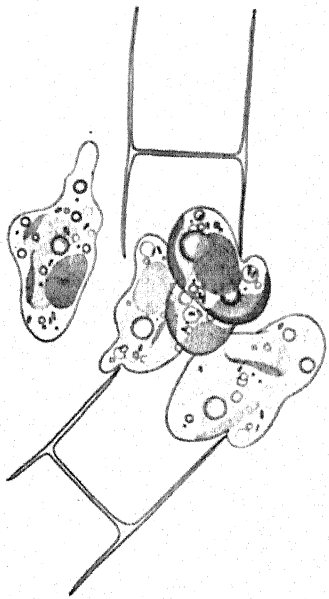


Fig. 12. *Tribonema:* Aus den Zellen, die in Schwärmerbildung begriffen sind, treten die Teilprotoplasten nicht mehr in der Form geißeltragender Stadien, sondern unter völliger Rückbildung der Geißeln gleich als kleine Amöben aus. Diese Amöben können sich in Schwärmer mit Geißeln umwandeln. In beiden Fällen kommen sie zur Ruhe und wandeln sich in einzellige festsitzende Keimlinge um. Gelegentlich umgeben sie sich mit Gallerte und werden zu Gloeocystis- oder Palmellastadien.

bei den nur vorübergehend monadoiden Stadien, den Schwärmern behäuteter, unbeweglicher Heterokonten, z. B. von Heterococcalen und Heterotrichalen. Bei *Botrydiopsis* treten, soweit keine Autosporen gebildet werden, vorherrschend Schwärmer mit den typischen ungleichen Heterokontengeißeln aus. Diese Schwärmer werden sehr häufig mit oder ohne Geißelverlust amöboid, und diese kleinen amöboiden Stadien bleiben eine Zeitlang oft unter deutlicher animalischer Ernährung in dieser Form, um sich schließlich abzurunden, zu behäuten und zu

[1]) Eine dieser Heterochloridalen hat wegen ihrer amöboiden Formveränderlichkeit den Namen *Chloramoeba* bekommen.

kleinen *Botrydiopsis*-zellen zu werden. In manchen Fällen aber treten aus den *Botrydiopsis*-Zellen die kleinen Keime bereits ohne Geißeln als richtige kleine Amöben aus.

Dasselbe konnte auch für *Tribonema* (Fig. 11) beobachtet werden. Dessen sehr formveränderliche Schwärmer werden manchmal unter Geißelverlust völlig amöboid, ernähren sich unter Umständen auch animalisch, um sich schließlich meistens doch festzulegen und zu kleinen, gestielten, einzelligen Keimlingen zu werden. Manchmal treten aber die Protoplasten, die sonst zu Schwärmern werden, überhaupt von Anfang an als Amöben aus (siehe Fig. 12).

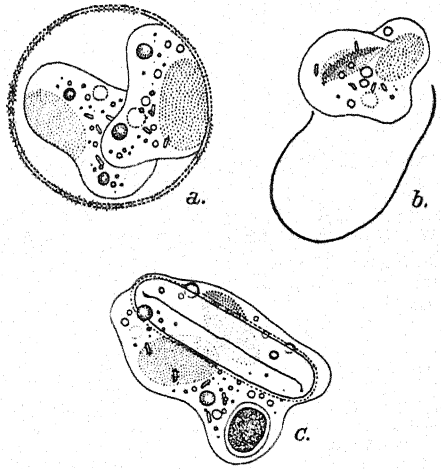


Fig. 13. Eine nicht näher bestimmte Heterococcale. Bei der Vermehrung werden zwei oder vier Teilprotoplasten gebildet, welche aber nicht als geißeltragende Schwärmer, sondern als kleine Amöben austreten (*b*). Bei *c* ein solches Amöbenstadium, das sowohl eine große Diatomee, wie auch eine Blaualge aufgenommen hat und verdaut. Diese Stadien können lange Zeit amöboid bleiben, bevor sie sich abrunden, behäuten und zu einer neuen behäuteten Heterococcalenzelle heranwachsen. Bei der Aufteilung der Mutterzelle in amöboide Teilprotoplasten kann durch ungleichmäßige Aufteilung der Chromatophoren eine oder die andere Amöbe vollständig chromatophorenfrei werden. Solche farblosen Amöbenstadien sind in ihrer Zugehörigkeit nicht mehr zu erkennen.

Bei einer Heterococcale *Heterogloea pyreniger* kann es geschehen, daß sich die sonst unbeweglichen, kugeligen, nackten Protoplasten innerhalb der weichen Lagergallerte in kleine Amöben umwandeln und in den Gallertlagern kriechen.

Endlich kann es, wie bei den begeißelten Stadien, geschehen, daß die Teilungen nicht vollständig durchgeführt werden und sehr komplizierte Amöbenverbände austreten. Sind diese nur durch zarte, oft gedehnte Plasmastränge gebildet, so erinnern sie an Filarplasmodien. Es kommen aber spez. bei *Botrydiopsis* Verbände vor, die sich wie große vielkernige Amöben völlig einheitlich bewegen und auch animalisch ernähren.

Bei einer Heterococcale (Pascher 1930) werden (soweit beobachtet) niemals geißeltragende Stadien ausgebildet, sondern die Vermehrung, soweit sie nicht durch Autosporen erfolgt, wird immer nur durch kleine Amöben besorgt (Fig. 13). Hier sind also die beweglichen begeißelten Stadien definitiv von

der rhizopodialen Organisation abgelöst worden. Das kommt hier auch dadurch zum Ausdruck, daß diese amöboiden Stadien relativ langlebig sind, tage- und wochenlang unter ausgiebiger animalischer Ernährung wie selbständige Amöben leben, um sich erst dann zu behäuten und kleine, unbewegliche Zellen zu bilden.

Die Betonung des Rhizopoden-Stadiums im vegetativen Leben kann soweit führen, daß der Organismus überhaupt nur

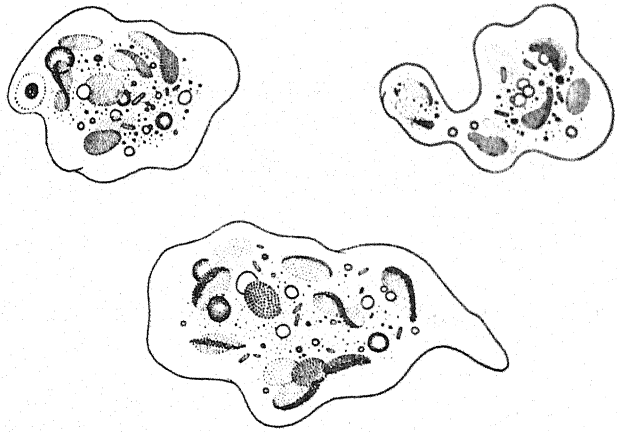


Fig. 14. *Rhizochloris:* Eine marine, völlig rhizopodial bzw. als Amöbe lebende Heterokonte, für die bis jetzt keine geißeltragenden Stadien beobachtet wurden. In Analogie zu ähnlichen Vorkommnissen bei anderen Algenreihen kann vermutet werden, daß hier die geißeltragenden Ausbildungen zugunsten der amöboiden vollständig zurückgebildet wurden.

mehr rhizopodial lebt. Nur noch gelegentlich und nur vorübergehend bildet er geißelbewegliche Stadien aus, die dann eine ebenso ephemere Bedeutung haben wie die Schwärmer irgendeiner behäuteten Heterokonte. Manche völlig rhizopodial gewordene Heterokonten haben die Geißelbildung ganz aufgegeben und teilen sich als „Rhizopoden": *Rhizochloris*, die wie eine kleine, mit vielen scheibchenförmigen Chromatophoren versehene Amöbe aussieht (vgl. Fig. 14). Für sie sind bis jetzt geißelbewegliche Stadien überhaupt nicht bekannt geworden.

Diese rhizopodiale Formgestaltung ist aber nicht bei solchen nackten Formen stehen geblieben. So stellt *Stipitococcus* (s. Fig. 15*g*) eine kleine rhizopodiale Heterochloridale dar, die in einem gestielten Gehäuse lebt und apikal Rhizopodien oder Pseudopodien ausbildet, während *Rhizolekane* (s. Fig. 15*h*) in einem sitzenden breiten Schüsselchen lebt.

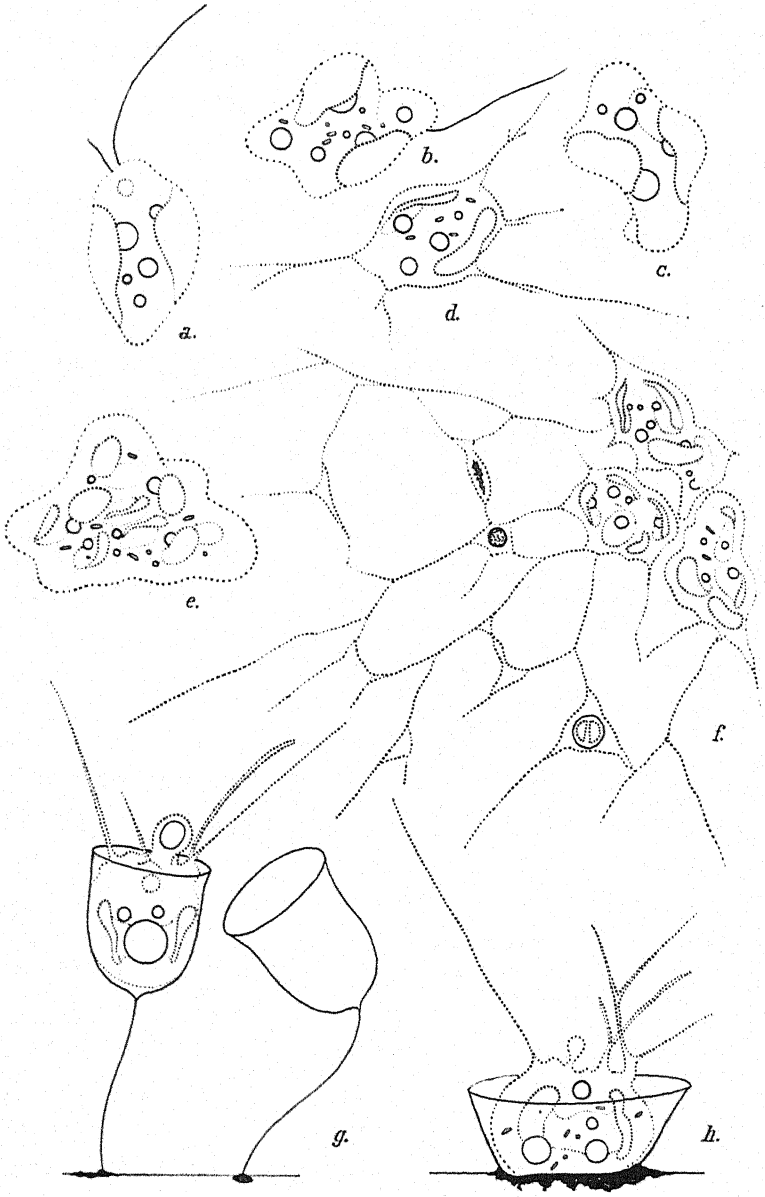
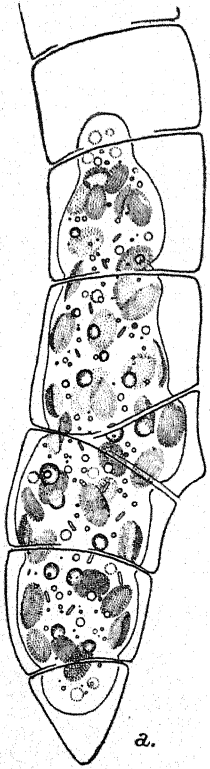


Fig. 15. Schematische Übersicht über einige rhizopodiale Ausbildungen bei Heterokonten: *a—d* Die monadoide Heterokonte *Heterochloris* in ihrem allmählichen Übergang in rhizopodiale Stadien; *e Rhizochloris*, eine vermutlich dauernd als Amöbe lebende Heterokonte; *f Chlorarachnion*, eine koloniale Rhizochloridine, bei der die einzelnen Amöben durch feine Plasmafäden verbunden sind und außerdem ein reich verzweigtes und netzförmig verbundenes Rhizopodialsystem ausbilden, in dem die Aufnahme fester organischer Substanzen erfolgt: filarplasmodiale Ausbildung rhizopodialer Heterokonten; *g, h* rhizopodiale Heterokonten, die in Gehäusen leben (*g Stipitococcus vas, h Rhizolekane*).

Eine koloniale Weiterentwicklung im Sinne von Filarplasmodien, bei denen die Einzelamöben durch zartere oder stärkere Plasmastränge in Verbindung bleiben, dabei aber als Einzelindividuen kenntlich sind, stellt die von GEITLER (1930) beschriebene Gattung *Chlorarachnion* dar. Ihre Zugehörigkeit



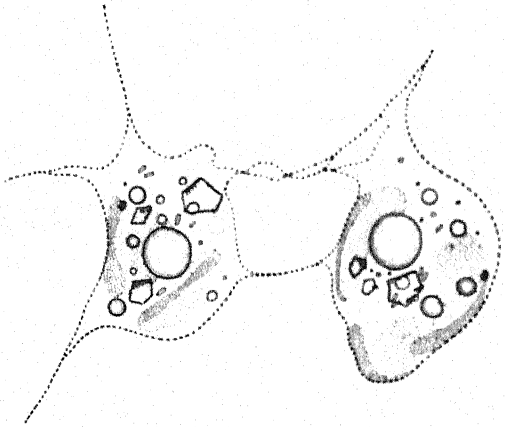


Fig. 17. *Rhizochloris stigmatica*. Eine amöboide Heterokonte, bei der nach der Teilung die einzelnen Schwesteramöben durch feine Plasmafäden eine Zeitlang verbunden bleiben. Solche Fälle machen uns das Zustandekommen von Filarplasmodien wie *Chlorarachnion* verständlich.

Fig. 16. *Myxochloris:* eine rhizopodiale plasmodiale Heterokonte, deren schließlich vielkernige, mit sehr vielen kontraktilen Vakuolen versehene große Plasmodien in den Wasserzellen verschiedener *Sphagnum*-Arten leben: fusionsplasmodiale Ausbildung von Heterokonten.

zu den Heterokonten ist nicht sicher erwiesen, aber sehr wahrscheinlich. Sie lebt marin. (Vgl. die Fig. 15*f*.)

Vielkernige rhizopodiale Ausbildungen, die nicht mehr einer Einzelamöbe, sondern einer Summe von Amöben entsprechen, die ihre Protoplasten nicht mehr trennen, also Plasmodien darstellen, werden durch die Gattung *Myxochloris* (s. Fig. 16) gebildet (PASCHER 1930). *Myxochloris* lebt in den Wasserzellen von *Sphagnum* und bildet dort größere oder kleinere plasmodiale Gebilde, die völlig nackt sind, Strömungen zeigen und mittels Pseudopodien und ständiger Formveränderung, wenn auch oft sehr träge, sich innerhalb der Wasserzellen bewegen.

Während bei *Myxochloris* die Protoplasten zu einer Einheit höherer Ordnung verbunden sind, tritt bei *Chlorarachnion* (s. Fig. 15*f*) eine solche Verbindung nur in der Form zarter Plasmastränge oder Anastomosen zwischen Rhizopodien ein. Vermittelt sind diese Ausbildungen dadurch, daß bei einzelligen amöboiden Formen die Zellen nach der Teilung eine Zeitlang durch Plasmastränge verbunden bleiben können (s. Fig. 17).

Bei den Heterokonten können, um Alles zusammenzufassen, fast in allen derzeit bekannten Organisationsstufen rhizopodiale Ausbildungen vorübergehend gebildet werden. Diese rhizopodialen Ausbildungen lassen sich in klarer Weise mit den geißelbeweglichen Stadien in Beziehung bringen und sind durch Übergänge mit diesen verbunden.

Es gibt aber, wie die Heterokontengattungen *Rhizochloris*, *Rhizolekane*, *Stipitococcus*, *Chlorarachnion* und *Myxochloris* beweisen, Heterokonten, die ihr vegetatives Leben vorherrschend bzw. völlig auf die rhizopodiale Organisation verlegt und z. T. diese Organisation von einkernigen Amöben zu Filar- und echten Plasmodien, weiterentwickelt haben.

Jene Heterokonten, die ihr vegetatives Leben vorherrschend rhizopodial verbringen, werden als eine eigene Gruppe der Heterokonten zusammengefaßt, die ich seinerzeit als *Rhizochloridineae* bezeichnet habe.

Diese rhizopodiale Klasse der Heterokonten, die *Rhizochloridineae*, entspricht völlig den ebenfalls vorherrschend rhizopodial lebenden Rhizochrysidineen unter den Chrysophyceen, den vorherrschend rhizopodial lebenden Rhizodinineen unter den Dinophyceen. Diese Rhizochloridineen sind derzeit noch wenig bekannt; nur wenige Formen sind beschrieben. Es macht aber den Eindruck, als ob speziell im Meere wie auch im Süßwasser noch eine Reihe solcher Organismen gefunden werden würde.

2. Die unbeweglichen Organisationen der Heterokonten.

A. Die gallertumhüllten Ausbildungen.

Sämtliche Organisationen der Heterokonten, vielleicht mit Ausnahme der Siphonalen, sind imstande, ihre dauernd oder zeitweilig nackten Protoplasten in Gallerthüllen einzuschließen. Dadurch, daß die Protoplasten auch in diesen gallertumhüllten

Stadien die Teilungsfähigkeit beibehalten, kann es zur Ausbildung gallertiger, oft großer und makroskopisch sichtbarer Lager verschiedener Form kommen (Capsalen-Ausbildung).

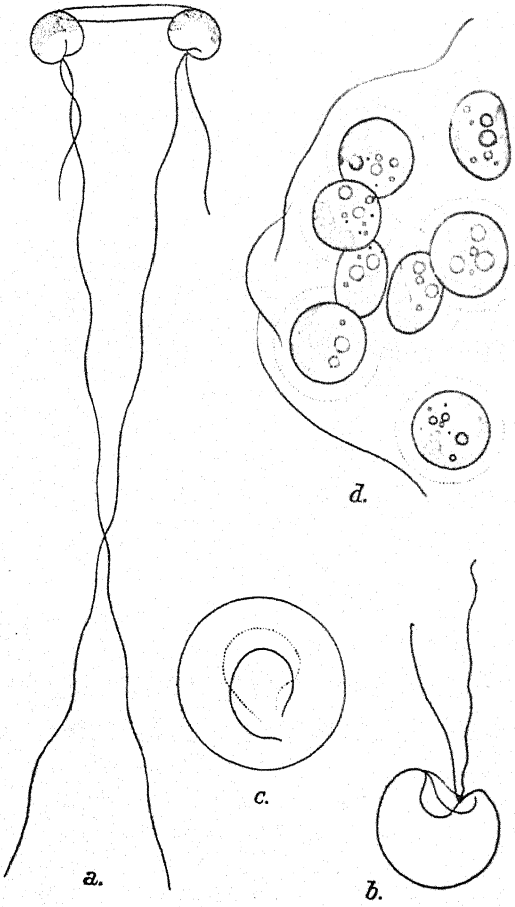


Fig. 18. Ausbildung palmelloider Stadien bei der Heterochloridalen *Bothrochloris: a* geißeltragende Ausbildung (der gleiche Schwärmer in zwei Stadien der Bewegung), *d* das Palmellastadium dazu: die Protoplasten der Monade haben den Geißelapparat abgeworfen, sich abgerundet, mit Gallerte umgeben und bilden durch Teilung der Protoplasten und Gallertausscheidung größere gallertige Lager mit unbeweglichen Zellen.

Am einfachsten bzw. am durchsichtigsten sind die Verhältnisse bei den Heterochloridalen. Die Monade scheidet, meist unter gleichzeitiger Abrundung des Protoplasten, Gallerte aus, die den Protoplasten allseitig umgibt (s. Fig. 18, *Bothrochloris*). Ist die Gallerte derber, so kommt es meist zu einer Reduktion des Geißelapparates, der wahrscheinlich abgestoßen wird. Die kontraktilen Vakuolen und das Stigma aber also wichtige Züge der Monadenorganisation, bleiben erhalten. Teilen sich nun diese umhüllten Protoplasten, so bilden die Tochterprotoplasten wieder Gallerte aus, die oft gegen die Gallerte der Mutterzelle scharf abgegrenzt ist, so daß es zu Lagern mit geschichteten Gallertsystemen kommt. Diese Abgrenzung der Gallerten braucht aber nicht immer einzutreten, die Gallerte erscheint dann mehr homogen. Sind die Schichten der Gallerte deutlich, so spricht man von einem *Gloeocystis*-Stadium.

Die Gallerte, die die Flagellatenprotoplasten ausscheiden, kann aber sehr weich und flüssig sein. In diesem Fall behalten die Monaden unter Umständen die Geißeln und eine, natürlich etwas gehemmte, Bewegungsfähigkeit. Durch die weiteren Teilungen entstehen dann weiche, fast flüssige Gallertlager, in denen die Monaden langsam herumschwimmen können. Doch können auch solche Ausbildungen mit beweglichen Zellen zu Ausbildungen mit unbeweglichen Zellen werden, dadurch, daß die Gallerten fester werden und die Protoplasten sich unter Geißelreduktion abrunden.

In manchen Fällen ist jedoch die Teilungsfähigkeit ganz gehemmt und dann entstehen Gallertlager, mit einigen wenigen bis vielen Zellen, von denen jede Zelle auf eine palmelloid gewordene Flagellatenzelle zurückgeht.

Meist sind es äußere Ursachen, welche den Übergang der Monaden in diese Gallertstadien auslösen. Und es sind wieder andere Faktoren, die bei den oft schon geißellosen Protoplasten, die aber in bezug auf Stigma und Vakuolen die Monadenorganisation beibehalten haben, die Bildung des Geißelapparates auslösen und dazu führen, daß die Protoplasten als selbständige Monadenzellen wieder aus der Gallerte ausschwärmen und ins vorherrschend monadoide Stadium übergehen.

Es kann aber geschehen, daß die Protoplasten oft wieder unter Einwirkung äußerer Faktoren zur Bildung endogener Sporen und damit für eine Zeitlang definitiv in ein Ruhestadium übergehen.

Während bei den Monadenorganisationen, Flagellaten oder Schwärmern, diese Gallertstadien mit größerer oder geringerer Unbeweglichkeit nur ein vorübergehendes Stadium darstellen, das die bewegliche Phase nur zeitweise unterbricht, und aus dem die Organismen früher oder später wieder ins bewegliche Stadium zurückkehren, scheint ein Teil dieser Organismen sein Leben so sehr auf diese gallertigen Stadien verlegt zu haben, daß bei ihnen diese Gallertstadien als die charakteristischen Lebensformen erscheinen, denen gegenüber das bewegliche Stadium in bezug auf Zeitdauer zurücktritt.

Wir sind nun im Gegensatze zu anderen Algenreihen gerade bei den Heterokonten über die Übergänge von vorherrschend monadoiden zu vorherrschend palmelloiden Organisationen relativ wenig unterrichtet, weil wir bei den Heterokonten derzeit nur sehr wenig palmelloide Formen kennen. Aber bei

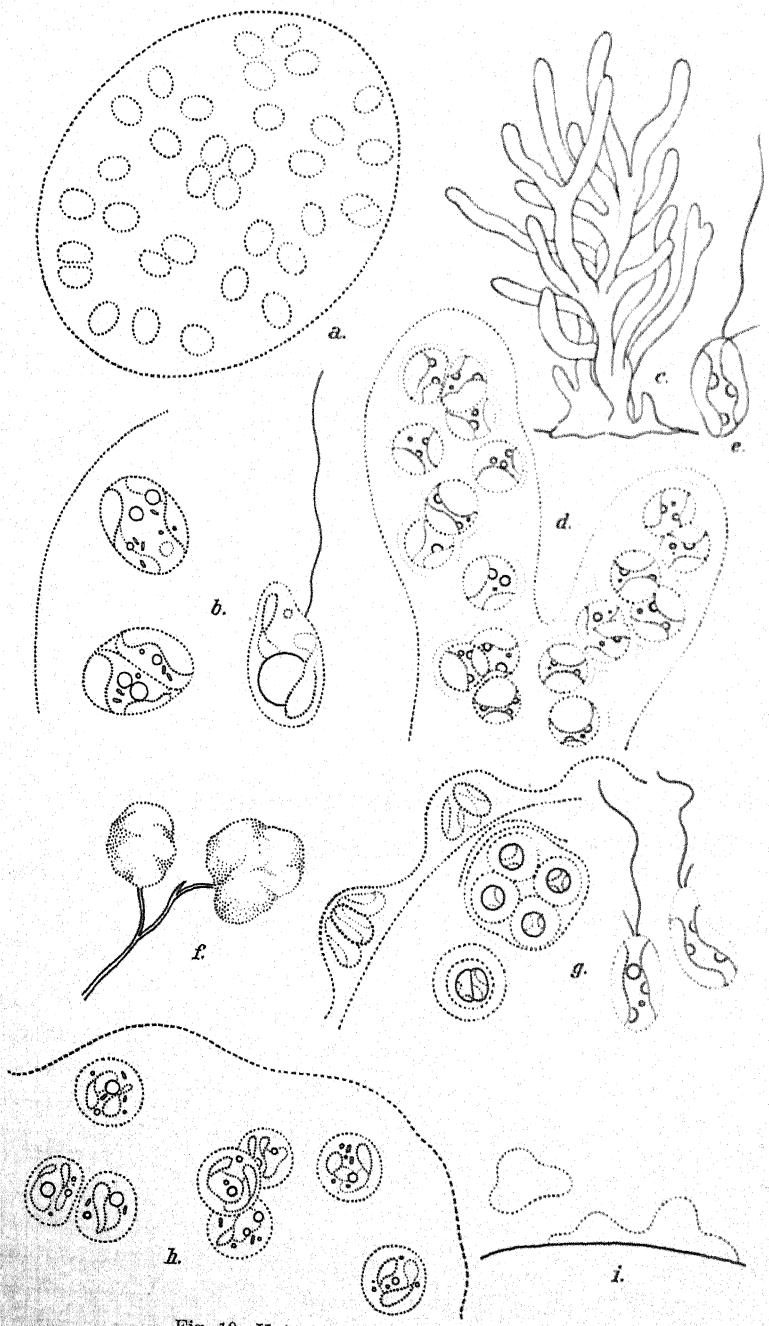


Fig. 19. Unterschrift nebenstehend (S. 27).

anderen Algenreihen (Chrysophyceen, Chlorophyceen) sind die monadoiden und palmelloiden Organisationen so durch Übergänge verbunden, so daß es oft willkürlich ist, wohin eine solche Übergangsform gestellt wird. Derartige Zwischenstufen zwischen Heterochloridinen und vorherrschend palmelloiden Organisationen sind noch nicht bekannt. Wir kennen dauernd palmelloide Organismen bei den Heterokonten, deren Zellen, bereits abgerundet und geißellos, aber noch mit kontraktilen Vakuolen versehen in der Gallerte liegen (*Chlorosaccus*) (siehe Fig. 19*f*, *g*). Diese Ausbildungen lassen sich im Sinne des Überganges von der vorherrschend monadoiden zur vorherrschend palmelloiden Lebensweise auffassen. Aus diesen Gallertlagern, in denen die Protoplasten ihr vegetatives Leben vorherrschend verbringen, können die Zellen in der Form von Schwärmern austreten, die völlig mit dauernd monadoiden Ausbildungen der Heterokonten übereinstimmen. Sie schwärmen meistens nur kurze Zeit, kommen zur Ruhe, umgeben sich mit zarter oder kräftiger Gallerte, teilen sich in diesen gallertumhüllten Stadien und bilden wieder die Lager charakteristischer Form aus.

Die höchst entwickelte unter den derzeit bekannten Heterocapsineen *Helminthogloea* (siehe Fig. 19 *c*, *d*, *e*) ist in der Form von festsitzenden, aufrechten Gallertsträngen entwickelt, in denen die Zellen regellos liegen, aber doch gegen die Spitzen der Stränge gehäuft sind, so daß aller Wahrscheinlichkeit nach eine Art Zone bes. Teilungstätigkeit gegen die Spitzen der Stränge zu entwickelt ist.

Vermittelt wird diese Ausbildung durch andere Formen, die scharf umrissene Gallertklümpchen mit bestimmter Zellverteilung (Zellen peripher verteilt) haben.

Sind diese Ausbildungen dadurch charakterisiert, daß die Zellen allseitig von Gallerte umgeben sind, so ist bei *Malleodendron* die Gallerte nur an einem Ende der ellipsoidischen Zellen dick und strangförmig entwickelt. Durch diese Gallerte kommt es zur Bildung eines derben Stieles, in dessen oberer Aushöhlung

Fig. 19. Schematische Übersicht über einige Heterokonten, die ihr vegetatives Leben im gallertumhüllten Zustand verbringen, dabei aber in ihren Protoplasten zum Teil die kontraktilen Vakuolen und auch das Stigma beibehalten können: *a–b Gloeochloris planctonica: a* eine kleine Kolonie, die Zellen peripher in der ellipsoidischen Gallerte, *b* zwei Zellen stark vergrößert, in der oberen Zelle deutlich das Stigma und die kontraktilen Vakuolen zu sehen, daneben ein als Schwärmer ausgetretener Protoplast, *c–e Helminthogloea: c* festsitzend, verzweigte Gallertstränge bildend, in denen die kugeligen Zellen leben, *d* der obere Teil eines Gallertstranges stärker vergrößert, *e* Schwärmerstadien, *f*, *g Chlorosaccus*, *f* festgewachsene Gallertkolonien, *g* (stark vergrößert) die Zellen häufig in Vierergruppen innerhalb halbkugeliger Vorwölbungen der Gallerte vereinigt, daneben Schwärmerstadien, *h*, *i Heterogloea: h* eine aufliegende und eine passiv abgelöste Gallertkolonie, *i* die kugeligen Zellen regellos in der weichen, ungeschichteten Gallerte verteilt.

die Zelle sitzt. Nach der Teilung der ersten Zelle bildet jede der beiden Folgezellen wieder einen neuen derben Gallertstiel aus, in dessen oberen Ende die Folgezelle sitzt. Die beiden neuen Stiele sitzen der erweiterten Höhlung auf, in der die

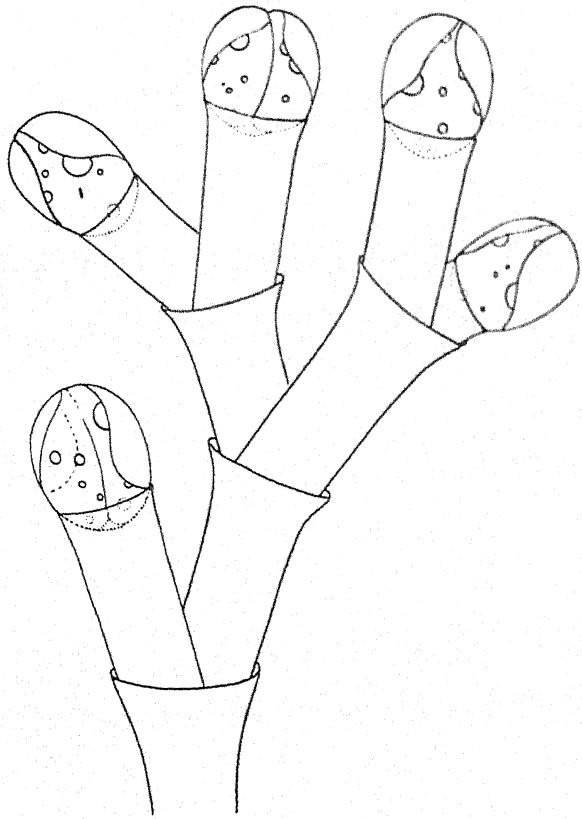


Fig. 20. *Malleodendron:* Die nackten oder mit einer zarten Gallerthülle umgebenen Protoplasten entsprechen völlig dem Protoplasten einer Heterochloridale bis auf den Umstand, daß der Geißelapparat reduziert ist. Vom Vorderende, das nach abwärts gerichtet ist, wird einseitig ein kräftiger Gallertstiel gebildet, in dessen oberer Vertiefung der Protoplast sitzt. Bei der Teilung bildet jede Schwesterzelle einen neuen Gallertfuß aus, der im erweiterten oberen Ende des Stieles der geteilten Mutterzelle aufsitzt. Auf diese Weise entstehen gabelig verzweigte, kleine Kolonien (Parallelausbildung zur Grünalgengattung *Prasinocladus*, vielleicht auch zu *Hormotila*).

erste Zelle vor der Teilung saß. Dadurch, daß sich dieser Vorgang wiederholt, kommt es zur Bildung charakteristisch stockwerkartig gegliederter Verbände mit sehr derben Gallertstielen (siehe Schema Fig. 20).

Jene Heterokonten, die ihr vegetatives Leben vorherrschend in solchen gallertumhüllten Ausbildungen verbringen, also dauernd oder vorherrschend palmelloid sind, werden als

Heterocapsineae zusammengefaßt und bilden die dritte Klasse der Heterokonten.

Die Heterocapsineen sind auch dadurch mitcharakterisiert, daß bei ihnen wesentliche Züge der Monadenorganisation, spez. die kontraktilen Vakuolen und auch das Stigma erhalten bleiben können.

Vorübergehend palmelloide Stadien, aus denen die Protoplasten nach kürzerer oder längerer Zeit wieder in ihre normale Lebensform zurückkehren, bilden auch die Rhizochloridineen aus.

Aber auch die behäuteten unbeweglichen Organisationen der Heterokonten, die protococcoiden Ausbildungen, die als *Heterococcineae* bezeichnet werden, und die Ausbildungen, welche Algenfäden darstellen, die *Heterotrichineae*, können gelegentlich palmelloide Stadien ausbilden (s. Fig. 21).

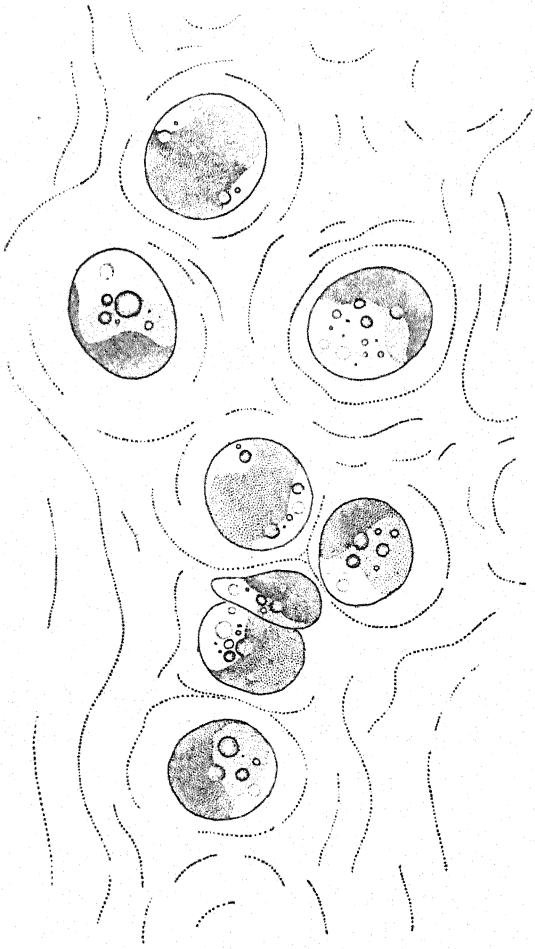


Fig. 21. *Tribonema:* Die zum Teil in Teilung begriffenen Protoplasten haben sich mit wenig geschichteter Gallerte umgeben, bilden durch weitere Teilungen und weitere Gallertausscheidung Gallertlager, die den ursprünglichen Fadenaufbau von *Tribonema* nicht mehr erkennen lassen (Palmellastadium von *Tribonema*).

Einzellige, behäutete Heterokonten können solche Stadien in der Form bilden, daß die aus den Zellen austretenden Schwärmer sich nicht in behäutete einkernige Zellen umwandeln,

sondern sich abrunden und mit einer Gallerthülle umgeben und unter Umständen durch Teilungen kleine Gallertlager bilden. Ebenso können sich die in einer Zelle gebildeten Teilprotoplasten, ohne daß sie sich zu Autosporen umwandeln, innerhalb der Mutterzelle mit Gallerthüllen umgeben. Die Mutterzellmembran verschleimt oder wird gesprengt.

Bei den fadenförmigen Ausbildungen können sowohl die aus den Fäden austretenden Schwärmer wie auch die Protoplasten der Zellen selber zu Palmellen führen (Fig. 21).

Die Schwärmer dieser Fadenalgen runden sich nach kürzerer oder längerer Schwärmzeit, manchmal kaum aus den Zellen des Fadens ausgetreten, unter Gallertabscheidung ab und können durch Teilung oft mächtige Gallertlager bilden, die manchmal direkt makroskopisch sichtbar werden (PASCHER, *Heterococcus* 1932). Dasselbe kann auch bei anderen fädigen Gattungen z. B. *Bumilleria*, *Heteropedia* der Fall sein.

Es kann aber auch bei den fadenförmigen Formen in der Weise zur Bildung von pallmelloiden Stadien kommen, daß sich die Protoplasten der Zellen abrunden, Gallerten ausscheiden und damit ihre Zellmembranen sprengen. Diese Gallerten können geschichtet sein, und in vielen Fällen verquellen auch die Membranstücke (s. Fig. 22). Es resultiert dann eine Reihe von abgerundeten, mit Gallerthöfen umgebenen Zellen, die die ursprüngliche Fadenform des Ganzen noch deutlich erkennen lassen. Sehr bald aber verquellen die Gallertschichten — manchmal in sehr ungleichem Maße. Und dadurch, daß die Protoplasten sich dann weiterteilen, die Teilprotoplasten sich verschieden lagern und immer wieder Gallerte ausscheiden, verwischt sich die ursprüngliche Fadenform des ganzen Gebildes immer mehr und mehr, bis schließlich ein unregelmäßiger Haufen gallertumhüllter Zellen entsteht (s. Fig. 22). In Gallertlagern, die auf diese Weise aus Fäden entstehen, zeigen die Protoplasten in den meisten Fällen kontraktile Vakuolen und oft auch noch das Stigma. Die Protoplasten eines solchen, in palmelloider Auflösung begriffenen Fadens haben also Monadenorganisation bekommen: sie stellen ebenfalls in ihrer Entwicklung gehemmte Schwärmer dar, die, ohne als begeißelte Stadien auszutreten, sich sofort mit Gallerte umhüllt haben.

So ergibt sich, daß sowohl die monadoide, als auch die rhizopodiale, protococcoide und fadenförmige Organisation der Heterokonten in gleicher Weise vorübergehend gallertumhüllte Stadien bzw. Gallertlager ausbilden kann. Diese in ihrer Herkunft

verschiedenen Gallertlager bzw. palmelloiden Ausbildungen kommen einander morphologisch so nahe, sie sehen oft so übereinstimmend aus, daß es im gegebenen Falle nicht möglich ist, zu entscheiden, von welcher Heterokontengattung sie gebildet wurden. Hier entscheidet nur das Studium der Entwicklungs-

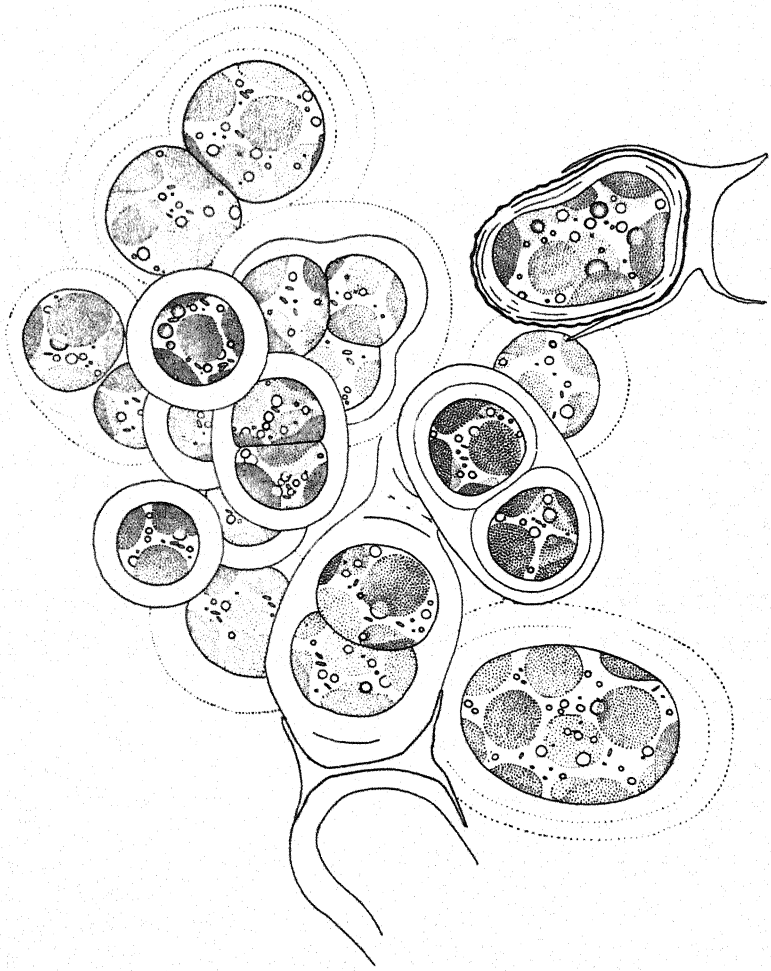


Fig. 22. *Tribonema* spec.: Gloeocystisartige Ausbildungen. Der Faden hat sich in gallertumhüllte, mehr oder weniger regellos angeordnete Zellen aufgelöst. Die von geschichteter Gallerte umhüllten Zellen in lebhafter Teilung begriffen so, daß statt der normalen Fadenform von *Tribonema* gloeocystisartige Lager zustande kommen. In einzelnen Protoplasten oft kontraktile Vakuolen. In diesen Gallertstadien, die die ursprüngliche Fadenform des Organismus oft gar nicht mehr erkennen lassen, können einzelne Protoplasten oft mächtig heranwachsen und mehrkernig werden. Eine solche Riesenzelle rechts unten. Bei allen diesen Ausbildungen, ob normale Größe oder Riesenzelle, können unter Umständen sehr derbe, mehrschichtige Membranen gebildet werden: Cystenbildung (rechts oben!).

geschichte und das Verhalten der aus diesen Gallertlagern als Schwärmer austretenden Protoplasten, die entweder in der Flagellatenorganisation weiterleben oder aber rhizopodial werden oder sich nach kurzem Schwärmen in behäutete, einkernige Zellen verwandeln, die entweder isoliert leben oder bestimmt geformte Kolonien bilden oder auch zu Zellfäden auswachsen können. Diejenigen aber, bei denen diese palmelloiden Gallertlager die charakteristische Lebensform sind, werden ihre Schwärmer nach kurzer Zeit des Schwärmens wieder in diese palmelloide Ausbildung dadurch überführen, daß sich die Schwärmer abrunden, mit Gallerte umhüllen und auf diese Weise wieder den Ausgang zur Bildung von Gallertlagern geben.

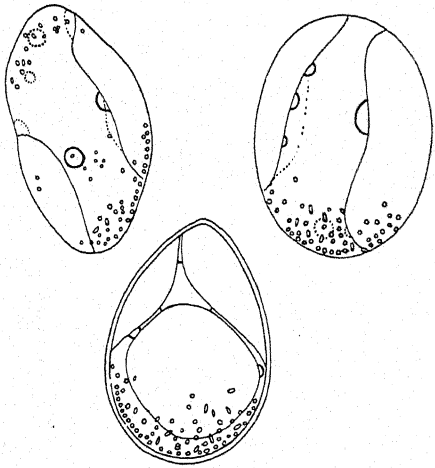


Fig. 23. Zellen eines *Tribonema*-Schwärmers, von *Malleodendron* und *Gloeopodium*. Einseitig gehäuft stark lichtbrechende Körperchen, die Grundsubstanz für die aus den Zellen austretende Gallerte (s. auch die Figuren im Kapitel: Andere Inhaltskörper der Zelle S. 117).

Einige wichtige Momente der Ausbildung dieser gallertumhüllten Stadien sind in morphologischer Hinsicht unklar. Wir wissen nicht ganz sicher, woher die Gallerte kommt. Für die nackten Formen, also die Flagellatenorganisationen (natürlich auch Schwärmer) scheint es klar zu sein, daß die Substanzen, die aus dem Protoplasma austreten, dann ungemein stark verquellen und schließlich den Protoplasten allseitig in Gallertschichten einhüllen, im Protoplasten selber gebildet werden und später aus ihm austreten (Fig. 23). Im Kapitel Inhaltskörper der Zelle, S. 117, wird auf eigenartige, stark glänzende Ausscheidungen im Protoplasma hingewiesen, die oft sehr stark gehäuft, bei der Membran- oder Gallertbildung der nackten Protoplasten aus dem Protoplasma verschwinden. Wahrscheinlich sind dies die Substanzen, welche beim Austritt sehr viel Wasser aufnehmen und die Gallerte bilden. Diese Substanzen werden immer wieder gebildet und treten immer wieder in Schüben aus den Protoplasten aus, solange die

Lebenstätigkeit normal bleibt. Auf diese Weise kommt es zur Ausbildung der Gallertmassen.

Nicht mit diesen palmelloiden Organisationen, deren Protoplasten noch Monadencharaktere (kontraktile Vakuolen, Stigma) haben können, dürfen zusammengestellt werden jene Heterokonten, die ihre unbeweglichen behäuteten Einzelzellen durch Ausbildung von Gallertmassen zu Kolonien vereinigen, wobei die Einzelzellen ganz oder teilweise von Gallerte umgeben sein können (*Botryochloris*, *Asterogloea*, *Botryococcus*, *Mischococcus* und andere) (siehe Fig. 36*a*, *b*; 38*c*–*f*).

Unklar ist, wie bereits gebildete derbe Gallerten oder feste Membranen ebenfalls verquellen und in die Gallertbildung mit einbezogen werden können. Wir wissen nur so viel, daß die Membranen in einem bestimmten Zustande kaum mehr veränderlich sind, daß aber bis dahin die Membransubstanz doch verschiedene Abwandlungen erfahren kann, sei es, daß Pektinsubstanzen in die Membran ein- oder angelagert werden oder daß die Membransubstanz, soweit sie nicht aus Pektinen besteht, „pektinisiert" wird. Da die Membranen der Heterokonten vielfach einen sehr hohen Gehalt an verquellbaren, saueren Pektinen haben, kommt es bei den Heterokonten wie auch bei den Chrysophyceen leichter zur sekundären Bildung von Gallertlagern als bei anderen Algen, z. B. den Chlorophyceen.

Auch bei den behäuteten Formen wird die Gallertsubstanz im Protoplasten gebildet. Für den Austritt dieser Substanzen, die nicht selten eine bestimmte Lagerung haben (siehe S. 117), sind bei den behäuteten Zellen Porensysteme in der Membran vorhanden, durch welche diese Gallertausgangssubstanzen ausgeschieden werden. (*Gloeopodium* unter den Heterokonten, *Chroothece* unter den Bangialen u. a. m.)

B. Die behäuteten Organisationen.

a) Vegetative Stadien.

α) Die Coccalenorganisation der Heterokonten.

Viele Heterokonten verbringen ihr vegetatives Leben in der Form unbeweglicher und behäuteter Zellen, die zunächst immer einkernig sind, aber mehrkernig werden können. Dabei leben sie z. T. entweder einzeln oder sie werden zu unregel- oder auch sehr regel- und gesetzmäßigen Kolonien, doch niemals zu fadenförmigen Vereinigungen vereinigt. Diese Gruppe der Heterokonten ohne fadenförmige Verbände wird als die Klasse

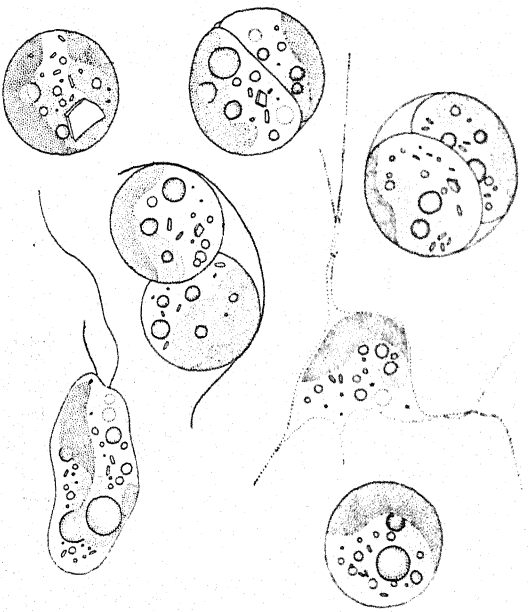


Fig. 24. *Pleurochloris.* Eine meist einzeln lebende, zart behäutete Heterococcale mit geringem Größenwachstum. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Schwärmern, die sich nach kurzem Schwärmen unter Geißelverlust wieder in zart behäutete Zellen umwandeln. Die Teilprotoplasten, die sonst zu Schwärmern werden, können aber noch innerhalb der Mutterzelle sich behäuten und treten dann als Autosporen aus. Gelegentlich wandeln sich die Schwärmer in geißellose rhizopodiale Stadien um.

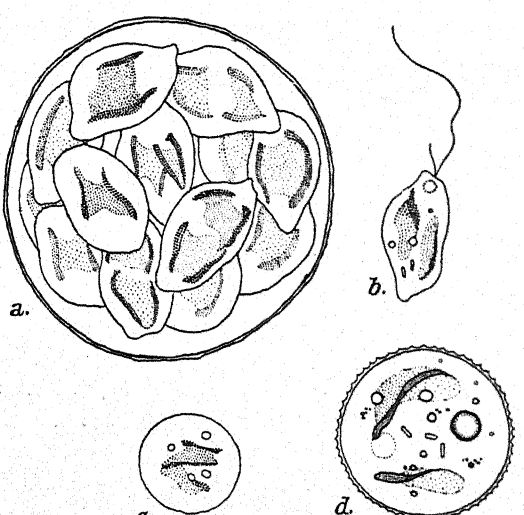


Fig. 25. *Endochloridion polychloron.* Heterococcale, mit bedeutendem Größenwachstum. In den Zellen werden viele Schwärmer gebildet: *a*, die austreten, sich in kleine Zellen *c* umwandeln, die dann mit der Zeit heranwachsen *d*.

der Heterococcineae zusammengefaßt und weist sowohl in bezug auf die Ausbildung der Einzelzelle wie auch in der Ausbildung kolonialer Verbände reiche Gliederung auf.

Die einfachsten Formen stellen zart behäutete, kugelige, kleine Zellen mit einem oder zwei Chromatophoren dar, zum Beispiel *Pleurochloris* (s. Fig. 24). Sie wachsen dabei nicht sehr stark in die Größe, ihr Protoplast teilt sich in zwei oder vier oder mehrere Tochterprotoplasten mit je einem oder zwei Chromatophoren. Diese Tochterprotoplasten treten nach Entwicklung des Geißelapparates als kleine Schwärmer aus, die nach einiger Zeit der Bewegung zur Ruhe kommen, den Geißelapparat verlieren, sich behäuten und wieder zu kleinen, unbeweglichen Zellen werden (siehe Fig. 25).

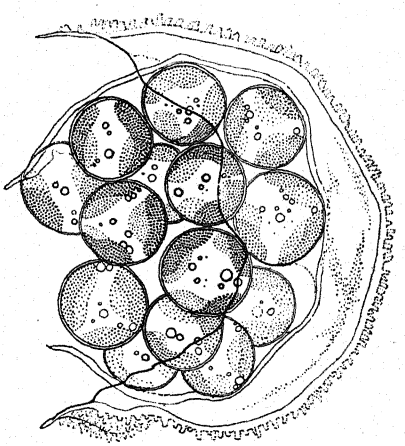


Fig. 26. *Botrydiopsis arhiza.* Statt der sonst bei *Botrydiopsis* gebildeten Schwärmer können auch viele Autosporen gebildet werden, die nichts anderes als Schwärmer darstellen, die sich noch innerhalb der Mutterzelle behäutet haben.

Nicht immer machen aber die Tochterprotoplasten bei ihrer Entwicklung den Umweg über die beweglichen Schwärmer. Sie bilden den Geißelapparat nicht mehr aus, sondern behäuten sich bereits innerhalb der erweiterten Mutterzellhaut, um als bereits behäutete, kleine Zellchen zu zwei bis zu vielen entleert zu werden (Fig. 26, 27, 28). Dieser Vorgang, Autosporenbildung, ist durch alle Übergänge mit der Vermehrung durch Bildung von Schwärmern verbunden (Fig. 24), was schon daraus hervorgeht, daß bei manchen Formen es die äußeren Faktoren sind, welche bestimmen, ob sich die Teilprotoplasten in Schwärmer umwandeln oder sich noch innerhalb der Mutterzelle als Autosporen behäuten[1]). In einzelnen Fällen besitzen die jungen Autosporen noch charakteristische Organe der beweglichen Stadien: das Stigma und kontraktile Vakuolen, die erst bei weiterem Wachstum verloren gehen.

Die einzelnen heterococcalen Gattungen verhalten sich in bezug auf ihre Vermehrung nicht gleich. Einzelne scheinen nur

[1]) Solche Autosporen können natürlich auch in den Zellen der fadenförmigen Ausbildungen gebildet werden.

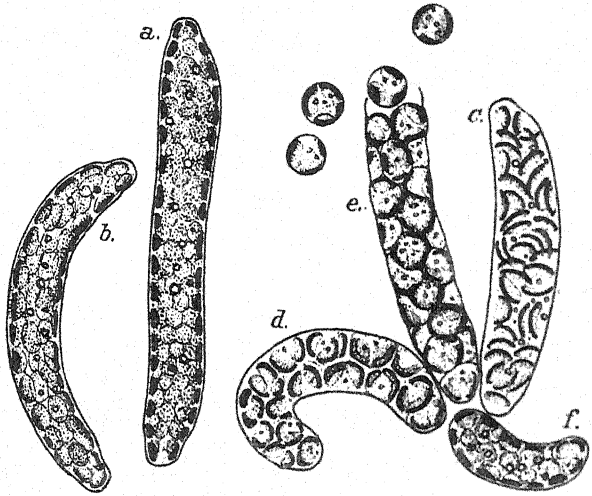


Fig. 27. *Bumilleriopsis*, bei *c*, *d*, *e* Bildung und Austreten kleiner behäuteter Zellen: Autosporen (nach SKUJA).

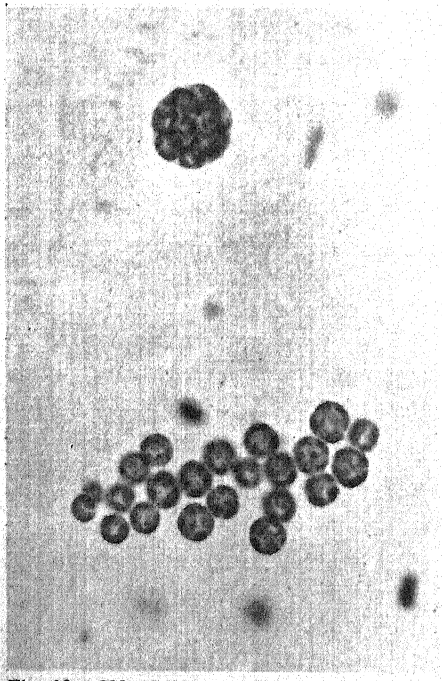


Fig. 28. *Chloridella* spec. Oben eine Zelle erfüllt mit zahlreichen behäuteten Autosporen; unten durch Zerreißen der Mutterzellhaut freigewordene Autosporen, die wieder zu vegetativen Zellen heranwachsen.

Schwärmer zu bilden, einzelne Schwärmer oder Autosporen und andere scheinen die Bildung von Schwärmern vollständig unterdrückt zu haben und nur mehr Autosporen bilden zu können. Es wäre aber verfehlt, die autosporinen Formen den zoosporinen systematisch gegenüber zu stellen. Bemerkt sei, daß wir in allen Algenreihen unter den protococcoiden Organisationen zoosporine wie autosporine Formen finden. Es macht den Eindruck, als ob überall, wo es bei den Algen zur Betonung der Einzelzelle im vegetativen Leben kommt, eine Rückbildung der Schwärmer ein-

setzen würde, die schließlich mit dem völligen Schwärmerverlust endet. So stehen unter den Protococcalen der Chlorophyceen den zoosporinen Formen autosporine Formen gegenüber. Das gleiche ist bei den Chrysosphaeralen und Dinococcalen der Fall und gerade die durch ihre betonte Einzelligkeit charakterisierten Diatomeen und Conjugaten besitzen recht rückgebildete oder gar keine Schwärmer.

Durchwachsung.

Bei einigen, wenigen Heterococcalen wird für die Schwärmer- oder Autosporenbildung nicht der ganze Zellinhalt verbraucht. Bei *Dioxys* (Fig. 29) und einem *Chlorothecium* sowie dem farblosen *Harpochytrium* wird nach der ersten Teilung des

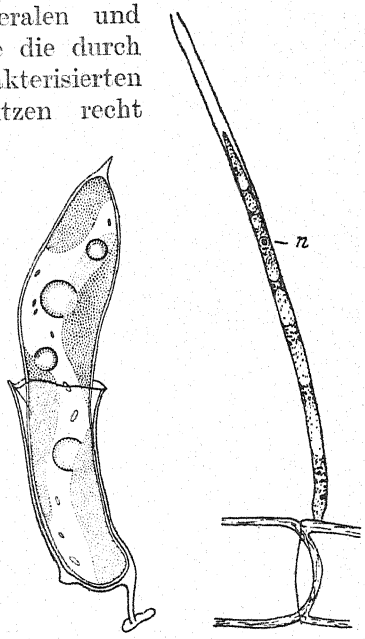


Fig. 29. Links: *Dioxys gallus*. Durchwachsung: Erklärung s. bei Fig. 30. Rechts: Durchwachsung bei der farblosen Heterococcale *Harpochytrium* (nach KORSCHIKOFF).

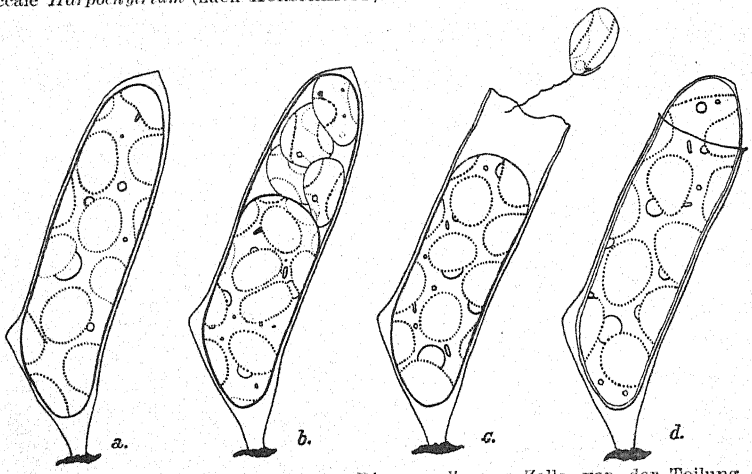


Fig. 30. Durchwachsungsschema von *Dioxys gallus*: *a* Zelle vor der Teilung des Protoplasten, *b* der Protoplast hat sich in zwei Teilprotoplasten geteilt, von denen der vordere sich wieder in vier Schwärmer aufgeteilt hat, *c* der untere, nicht in Schwärmer aufgeteilte Teilprotoplast hat sich zart behäutet und wächst heran, *d* der untere, in der Mutterzelle verbliebene, nicht in Schwärmer aufgeteilte Teilprotoplast hat sich mit einer festen Haut umgeben und ist über die aufgerissene Haut der Mutterzelle hinausgewachsen. Das gleiche trifft für *Harpochytrium* (Fig. 29 rechts) zu.

Protoplasten nur der vordere der beiden Tochterprotoplasten auf Schwärmer oder Autosporen aufgeteilt, während der untere Tochterprotoplast nicht weiter geteilt wird. Wenn die Schwärmer bzw. Autosporen aus den Zellen entleert werden, so wächst der untere, nicht zur Schwärmer- oder Autosporenbildung verbrauchte Tochterprotoplast nach neuer Behäutung wieder zur normalen Größe heran über das offene Ende der durchrissenen Mutterzellhaut heraus. Die durchrissene Mutterzellhaut umgibt dann die neue, aus dem unteren Tochterprotoplasten entstandene vegetative Zelle, und es läßt sich der Vorderrand der durchrissenen Mutterzellhaut, die manchmal etwas trichterig absteht, deutlich erkennen (Fig. 29, 30). Dieses Durchwachsen der Mutterzellhaut durch eine jüngere Zellgeneration ist in charakteristischer Weise auch vorhanden bei der Gattung *Harpochytrium*, und zwar sowohl bei den farblosen, saprophytischen wie auch bei den grünen Arten.

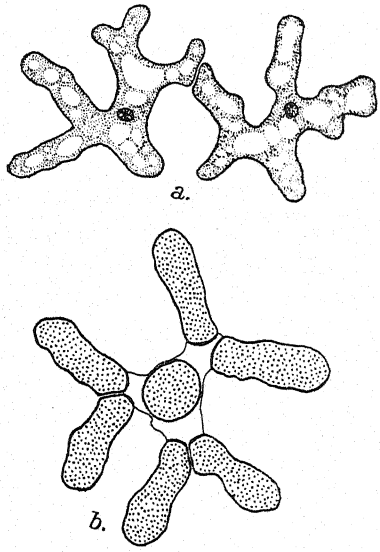


Fig. 31. *Trypanochloris*. Eine in der Schale der Schnecke *Clausilia* lebende Heterococcale. Eigenartige, unregelmäßige, sternförmig gelappte Zellen mit einem Kern; bei der Autosporenbildung wird nicht der gesamte Protoplasmainhalt der Zelle verbraucht, sondern sowohl zentral wie auch in den anderen Abschnitten der radiären Lappen bleiben Plasmareste zurück, welche sich neu behäuten und weiter wachsen, um wieder ihrerseits Autosporen zu bilden: ein Vorgang, der mit den Durchwachsungserscheinungen (Fig. 29, 30) in Beziehung steht (nach GEITLER).

Eine Abänderung dieser Durchwachsungserscheinung findet sich bei der durch GEITLER 1936 beschriebenen, in den Schalen der Schnecke *Clausilia* lebenden *Trypanochloris* (Fig. 31). Hier haben die Zellen große, unregelmäßig sternförmig angeordnete Lappen, während zentral der Zellkern ist. Bei der Autosporenbildung wird nun nicht der ganze Zellinhalt verbraucht, sondern es bleibt sowohl zentral als auch am Ende jedes Lappens ein Restprotoplast übrig (Fig. 31). Nach Entleerung der Autosporen wachsen diese Restprotoplasten neubehäutet heran, um den Raum der Mutterzelle wieder mehr oder weniger auszufüllen. Sie bilden neuerdings aus ihrem ganzen Protoplasten (oder aus einem Teil) Autosporen. Dieser Prozeß stellt eine Ab-

wandlung der Durchwachsung dar, die zum Teil durch die sternförmige Form der Zelle von *Trypanochloris* bedingt ist und sich in etwas abgeänderter Form auch bei endophytischen Chlorophyceen findet.

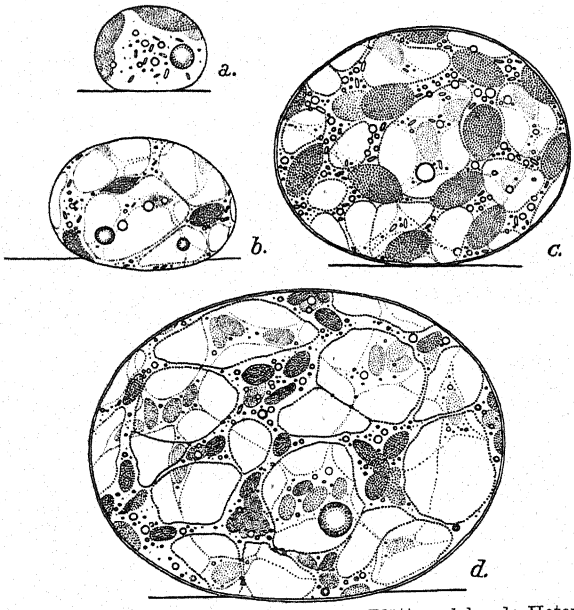


Fig. 32. *Perone.* Eine epiphytisch auf *Sphagnum*-Blättern lebende Heterococcale mit außerordentlichem Größenwachstum. *a* junge, aus einem Schwärmer hervorgegangene Zelle, *b*, *c*, *d* zunehmendes Größenwachstum; der Protoplast in einer dünnen Lage an die Wand gepreßt, netzförmig verdünnt; der größte Teil der Zelle vom Zellsaftraum ausgefüllt,

Wachstum.

Zeigt die oben erwähnte *Pleurochloris* nur ein geringes Wachstum, so haben andere Heterococcalen ein enormes Wachstum der Zelle. Bei einzelnen großzelligen Heterococcalen bildet der Protoplast schließlich nur einen Wandbelag, von dem aus besondere Stränge differenziert werden, die ein oft zartes Maschenwerk bilden (*Perone* u. a. Fig. 32). Die erwachsenen Zellen haben ein unvergleichlich größeres Volumen als die jungen, und in ihnen können dann auch nicht zwei oder vier, sondern unter Umständen viele Hunderte von Schwärmern gebildet werden. Zu solchen Heterococcalen gehört unter den Süßwasserformen *Botrydiopsis* (Fig. 23), deren kleinste Jugendzellen ca. 6 μ messen und, ausgewachsen, einen Durchmesser bis 60 μ haben, oder die marine *Halosphaera*, die so groß wird, daß sie mit freiem Auge als grüne Pünktchen gesehen werden kann,

die von den italienischen Fischern als „punti verdi di mare“ bezeichnet werden.

Einzelne Formen der Heterococcalen haben die primäre Kugelform umgebildet (s. Fig. 34. 35), sind eiförmig, oft an einer

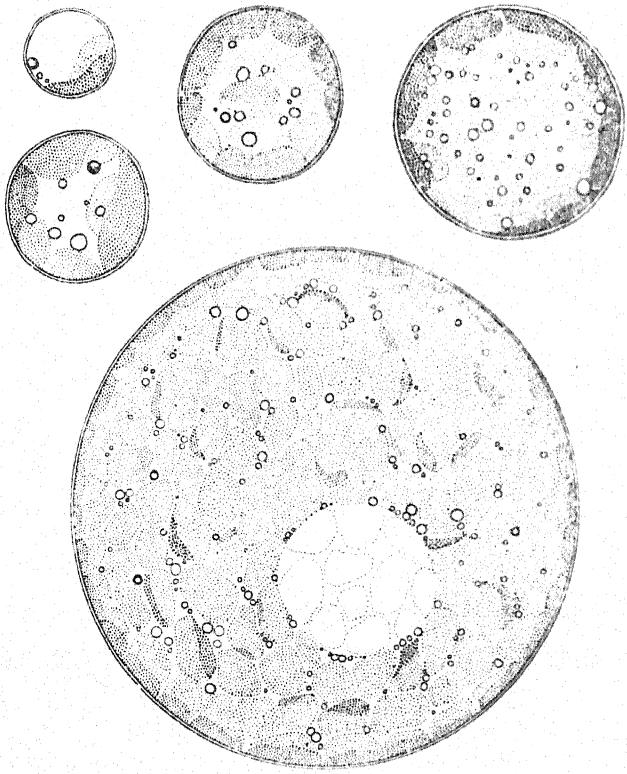


Fig. 33. Fünf aufeinanderfolgende Stadien des Größenwachstums einer kleinen Autospore von *Botrydiopsis*. Aus der kleinen Zelle mit einem schalenförmigen Chromatophor, die kaum 10 μ im Durchmesser mißt, geht schließlich eine große kugelige Zelle hervor mit einem Durchmesser bis zu 60μ. Die fünf Stadien beziehen sich auf die Entwicklung einer und derselben bestimmten Zelle. Das 5. Stadium hat ein 170mal größeres Volumen als das erste Stadium. In den großen Zellen ein Ballen einer eigenartigen noch unbekannten Substanz, die bei den Vermehrungsvorgängen verschwindet.

Fig. 34. Verschiedene Zellformen einzelliger, behäuteter Heterokonten (Heterococcalen). *a Chlorobotrys:* kugelige, glattwandige Zellen. *b Chlorallanthus:* längliche Zellen mit zweischaliger, skulpturierter Membran. *c, d Goniochloris acuta:* flach dreieckige Zellen, *c* von der Breit-, *d* von der Schmalseite. Membran vielleicht zweiteilig. *e Goniochloris torta*: von der Schmalseite. Die Zellen leicht längs schraubig. *f, g Chlorogibba ostreata:* fünfstrahlige, napfförmige Zelle, *f* von der Breit-, *g* von der Schmalseite. *h Tetradiella acuta:* tetraedrische Zellen. *i Polyedriella irregularis:* im Prinzip tetraedrische, aber durch Ausbeulungen etwas unregelmäßige Zellen. *k Chlorocloster:* spindelförmig, leicht gekrümmte Erdalge. *l Bumilleriopsis. m Centritractus:* walzliche, oft leicht gekrümmte Zellen mit zweiteiliger Membran und langen, soliden, polaren Endstacheln, die aus Membransubstanz gebildet sind. *n Monodus. o Tetrakentron tribulus:* Tetraedrische, an den Enden hornförmig ausgezogene Zellen. Die vier Hörner nicht solid, sondern dünnwandig und großenteils mit Plasma erfüllt. *p Tetradiella quadriseta*, tetraedrische Zellen mit langen, aus der Membran gebildeten, soliden Eckborsten.

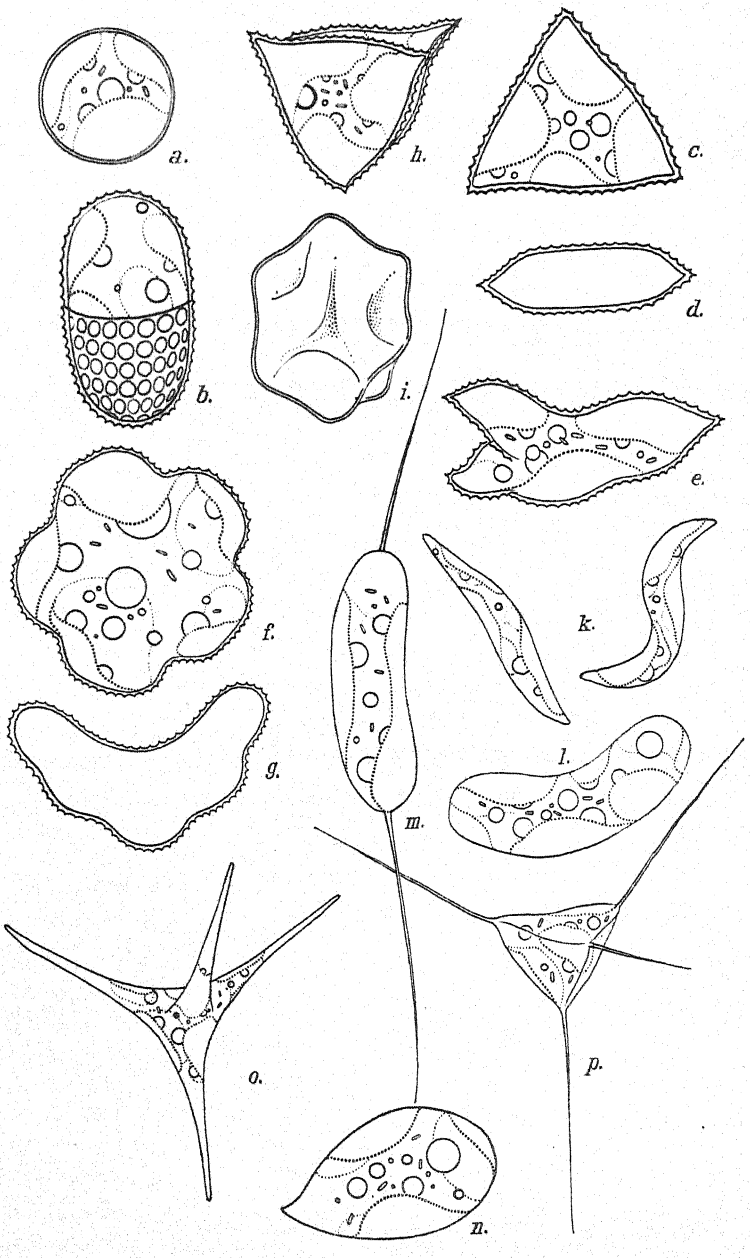


Fig. 34. Unterschrift nebenstehend (S. 40).

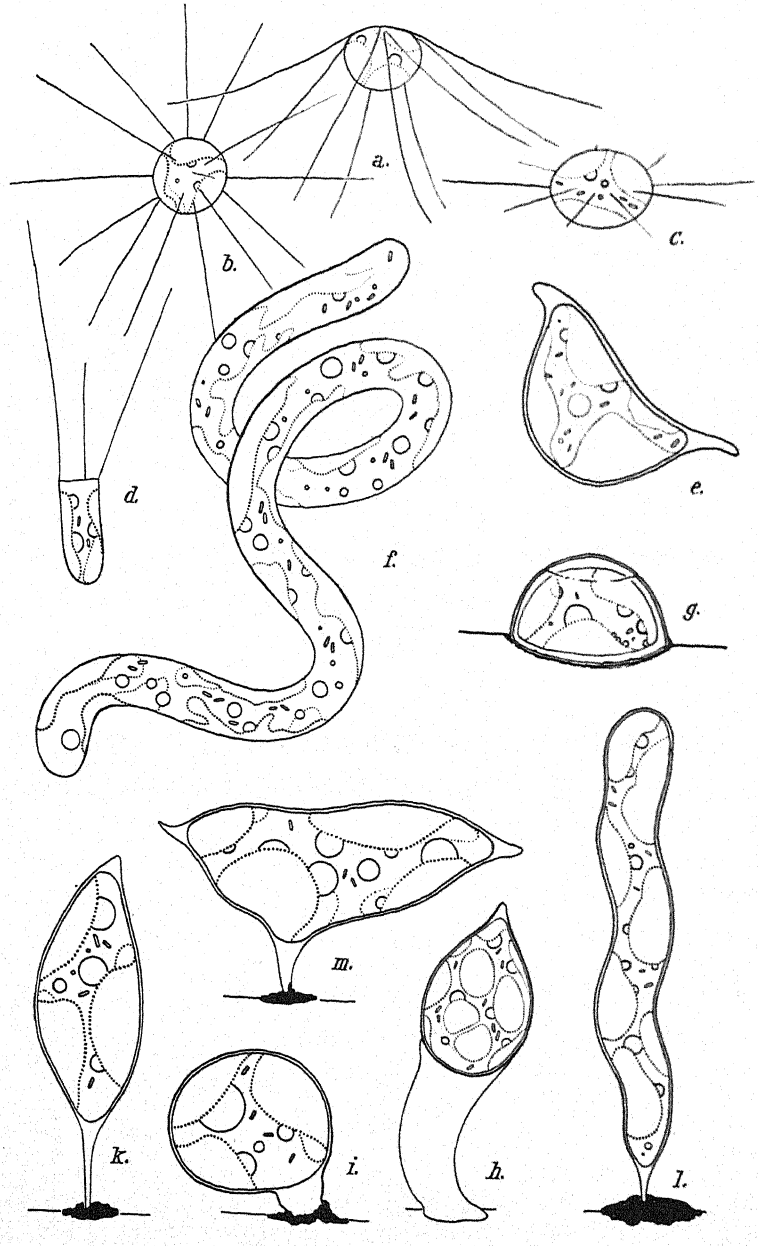


Fig. 35. Unterschrift nebenstehend (S. 43).

Seite spitz geworden (*Monodus* Fig. 34 *n*) oder spindelförmig (*Chlorocloster*, s. Fig. 34 *k*) oder wurstförmig (*Ophiocytium* [s. Fig. 35 *f*] oder *Centritractus* [s. Fig. 34 *m*]). Auch bei diesen anders gestalteten Formen kann vereinzelt ein weiteres Wachstum auftreten, das aber bei den walzlichen Ausbildungen nur ein Längenwachstum ist. So kann *Ophiocytium* bei einer Dicke von 8–12 μ eine Länge bis $1^1/_2$ mm erreichen. Auffallend einseitige, ausgebauchte Formen schließen sich hier an: *Pleurogaster* (s. Fig. 35 *e*), einzelne festsitzende Formen *Characiopsis*-arten (s. Fig. 35 *k*, *l*), *Dioxys* (s. Fig. 35 *m*) usw.

Das Größen- bzw. das Längenwachstum wird in seiner Morphologie S. 126 besprochen.

Neben diesen relativ einfachen kugeligen bis walzlichen Ausbildungen gibt es aber etwas abweichende Formen unter den Heterococcalen. Einige von ihnen, *Tetraedriella* (Fig. 34 *h*, *p*), *Tetrakentron* (Fig. 34 *o*), sind ausgesprochen tetraedrisch. Hier scheint die Form dadurch bestimmt zu sein, daß bei der Vermehrung die vier innerhalb der Mutterzelle gebildeten Autosporen tetraedrisch aneinanderlagern und sich gegenseitig dementsprechend abplatten. Daß aber tetraedrische Formen nicht auf diese Weise entstehen müssen, zeigt die Gattung *Tetragoniella*, bei der die unregelmäßig tetraedrischen Zellen von Schwärmern, die zu sehr vielen entstehen und nicht von Autosporen gebildet werden. Unregelmäßig polyedrisch ist die Gattung *Polyedriella* (s. Fig. 34 *i*), flach kissenförmig, dabei mit unregelmäßigem, dreieckigem Umriß oder viereckig ist die Gattung *Goniochloris* (s. Fig. 34 *c–e*), während am eigenartigsten vielleicht *Chlorogibba* (s. Fig. 34 *f*, *g*) ist, bei der manche Arten halbkugelig bis napfförmig flach eingedrückt sind und dabei unregelmäßig buckelige Gestalt haben. Sternförmig ordnen sich die großen unregelmäßigen Lappen der eigenartigen *Trypanochloris* (s. Fig. 31) an. Im Mittelstücke der unregelmäßig sternförmigen Zelle liegt der Kern.

Bei vielen Heterokonten scheint, es sei ausdrücklich gesagt, nach unseren derzeitigen Kenntnissen die Membran nur aus

Fig. 35. Zusammenstellung einiger in ihrer Form abweichenden freilebenden (z. T. planktontischen) oder festsitzenden Heterococcalen: *a Skiadosphaera, b Meringosphaera, c Radiosphaera, d Schilleriella triseta*; *a–d* sind marine Heterokonten mit verkieselter Membran und langen verkieselten Borsten, *e Pleurogaster, f Ophiocythium* (im Alter mehrkernig), *g Hemisphaerella operculata, h, i Gloeopodium: h Gl. crassipes, i Gl. gibbum. Gloeopodium* mit derben Gallertstielen festsitzend, deren Gallerte durch polar lokalisierte Membranporen austritt, *k, l Characiopsis* mit Membranstielen festsitzende Formen, *m Dioxys*, im allgemeinen wie *Characiopsis*, doch Zelle quer zum Stiele entwickelt.

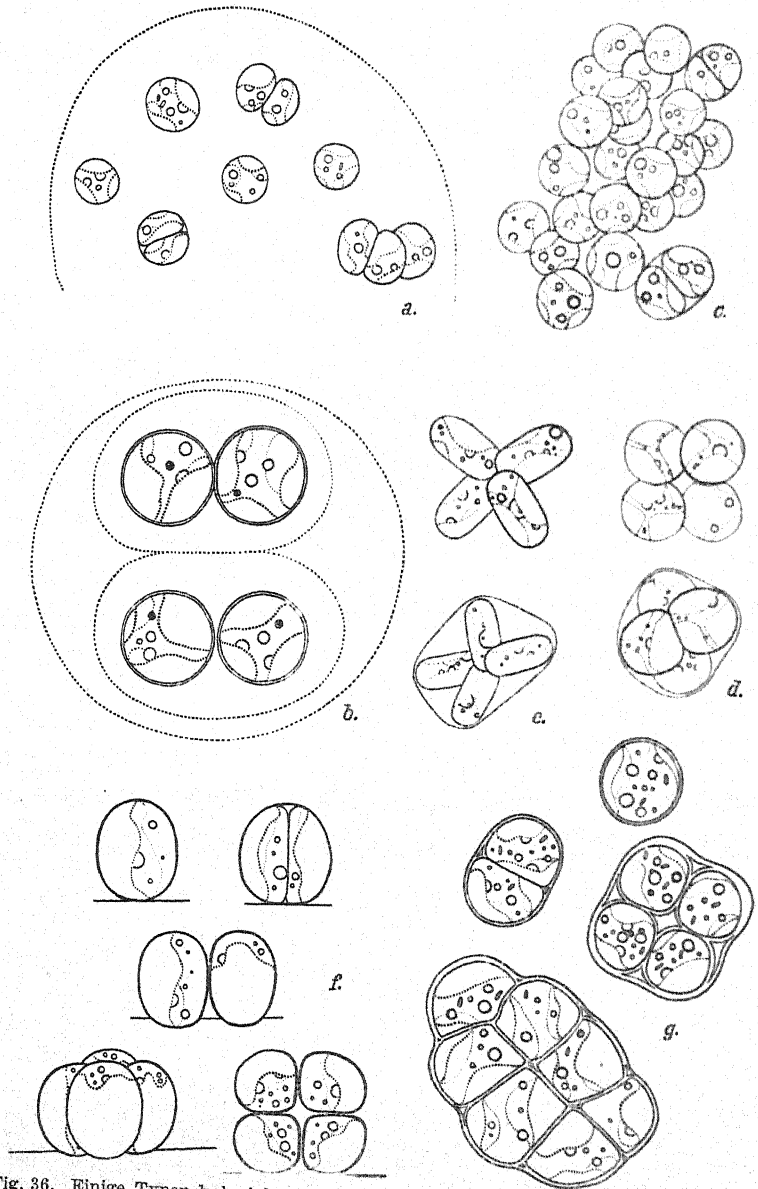


Fig. 36. Einige Typen kolonial vereinigter, behäuteter und einzelliger Heterokonten (*Heterococcales*). *a Gloeobotrys chlorina*, die behäuteten Zellen mehr oder weniger unregelmäßig in einer mächtigen Gallertmasse vereinigt. *b Chlorobotrys regularis*. Die Zellen, entsprechend ihren Teilungsfolgen, von geschichteten Gallerten gloeocystisartig umgeben, in einer Ebene liegend und auf diese Weise oft viel(bis 64)zellige Kolonien bildend. Der schwarze Punkt kein Augenfleck, sondern ein roter Öltropfen, vielleicht Exkretöl. *c Botryochloris:* Zellen nicht mit Gallerte umgeben, aber oft zu vielen Hundert zu kleinen unregelmäßigen, dichten Verbänden dadurch vereinigt, daß sie zum Teil mit Gallerte aneinander geklebt sind. *d Ilsteria*, Zellen zu Vieren entweder in einer Ebene oder zu Tetraden vereinigt dadurch, daß die zu Zweien oder Vieren in einer

einem Stücke zu bestehen (*Pleurochloris*, *Chlorobotrys?*, *Botryochloris*, *Tetraedriella*, *Tetragoniella*, *Polyedriella* und viele andere). Bei all diesen Formen ist aber zu prüfen, ob nicht bei der Entleerung der Zoosporen oder Autosporen die Membran in zwei gleiche oder zwei ungleiche Hälften zerfällt und also im Prinzip ebenfalls zweiteilig ist oder zumindesten zweiteilig werden kann.

Membranen aber, die aus zwei Teilen bestehen, besitzen sicherlich die Gattungen *Chlorallanthus*, *Centritractus*, *Ophiocytium* und die Gattung *Chlorothecium* in der Bearbeitung, die sie in dieser Darstellung hat (siehe Fig. 99). Ebenso sind zweiteilig die Membran der Zellen des kolonialen *Botryococcus*, ferner bei dem planktontischen *Pseudotetraedron* und auch bei *Bumilleriopsis*. Ich glaube aber, daß zweiteilige Membranen auch noch bei vielen anderen Heterococcalen vorhanden sein dürften.

Die beiden Membranstücke können dabei völlig gleich sein. Bei manchen Formen aber ist das eine Stück deutlich kleiner und schließt die Zelle deckelartig ab (*Chlorothecium*, *Ophiocytium*, s. Kapitel Membran, S. 121).

Koloniebildung der Heterococcineen.

Die Heterococcalen leben entweder einzeln oder in verschiedenen Kolonien vereinigt. Einzeln leben vor allem jene — aber nicht alle — Formen, welche sich durch Schwärmer (Ausnahme: *Sciadium*) vermehren, dagegen wird die Entstehung von Kolonien durch Autosporenbildung gefördert.

Die Kolonien sind nicht selten unregelmäßig dadurch, daß die einzelnen Zellen durch geringe, in ihrer Lokalisation schwankende, Gallertausscheidungen zusammengeklebt sind (*Botryochloris*) (s. Fig. 36 *c*). In manchen Fällen werden die Zellen durch mächtige undifferenzierte und strukturlose Gallerthüllen zu formlosen Massen vereinigt (*Asterogloea* oder *Gloeobotrys*, Fig. 36 *a*). Dagegen zeigt *Chlorobotrys* die einzelnen Zellengenerationen flächig angeordnet und durch Gallertschichten, die den einzelnen Teilungsfolgen entsprechen, zusammengehalten (Fig. 36 *b*).

Mutterzelle gebildeten Autosporen durch kleine Gallertbrücken verbunden bleiben. *e Tetraktis*. Vier walzliche Zellen, zentral und radiär vereinigt. Entstehungsweise wie bei *Ilsteria*. *f Lutherella*: einzeln oder zu zweien oder meistens zu Vierergruppen festsitzend. Die mehrzelligen Gruppen mit nebeneinanderstehenden Zellen. Die zwei- oder vierzelligen Kolonien dadurch gebildet, daß die zwei oder vier entstehenden Autosporen durch die Mutterzellhaut eine Zeitlang zusammengehalten werden und sich dabei nebeneinander mittels kleiner sehr dünner Gallertscheibchen am Substrat (Fadenalgen) verfestigen. *g Chloropedia*. Im ausgewachsenen Zustand mehr- bis vielzellige, einschichtige Zellplatten bildend, die dadurch zustande kommen, daß in den einzelnen Zellen die zwei oder vier gebildeten Autosporen durch die gedehnte Mutterzellmembran entsprechend den Teilungsfolgen zu tafelförmigen Kolonien verbunden werden.

Während hier die Gallertausscheidungen die ganze Zelle umgeben, wird bei dem auf einem Gallertstiel stehenden *Gloeopodium* (Fig. 35 *h*, 37) in sehr seltenen Fällen dadurch ein Ansatz zur Koloniebildung vermittelt, daß die zwei oder vier Autosporen sich mit ihren Gallertfüßen noch am oberen Ende des Fußes der Mutterzelle verfestigen, ähnlich wie es bei *Malleodendron* (Fig. 20) der Fall ist. Die einzelnen Zellen sind bei *Gloeopodium* in das ausgehöhlte Vorderende des Gallertfußes eingesenkt.

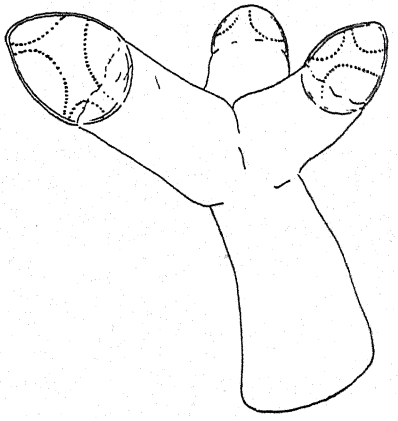


Fig. 37. *Gloeopodium crassipes* (vgl. auch Fig. 35, *h*). Gelegentliche Kolonien dadurch gebildet, daß die Tochterzellen sich mit derben Gallertfüßen am oberen Rand des Gallertfußes der Mutter verfestigen.

Im Prinzipe hat *Botryococcus* die gleiche Koloniebildung. Es handelt sich um kleine, treibende Gallertklümpchen, in deren Peripherie die Zellen radiär stecken (Fig. 38). Jede einzelne Zelle sitzt einem vorne etwas ausgehöhlten Gallertfuße auf, der wie bei *Gloeopodium* entsteht. Mehrere solcher Gallertfüße hängen zentral zusammen. Zwischen diesen radiär ausstrahlenden Gallertsträngen ist auf eine noch nicht ganz geklärte Weise Zwischengallerte gebildet. Jede Zelle bildet 2–4 Tochterzellen, deren jede wieder ein kleines Gallerttrichterchen bildet, in dem sie sitzt (s. Fig. 38 *f*). Diese Gallerttrichterchen der Tochterzellen

Fig. 38. Koloniebildende Heterococcalen. *a. Sciadium.* Die Schwärmer der festsitzenden Mutterzelle setzen sich jeweils in die Nähe der Mündung der leeren Mutterzellhaut fest und bilden auf diese Weise eine büschelige Kolonie. Dadurch, daß sich dieser Vorgang wiederholt, kann es bei mehreren Generationen zu stockwerkartig übereinandersitzenden Zellen kommen, von denen nur immer die obersten lebend, die unteren aber entleert sind. *b.* Radiäre Kolonie von *Ophiocytium*, dadurch entstanden, daß bei der Keimung der Schwärmer die Füßchen der jungen Zellen sich gewissermaßen aneinander verfestigten. *c. Mischococcus.* Die dicho- bis tetratomen bäumchenförmigen Kolonien kommen dadurch zustande, daß die zwei oder vier Tochterzellen jeweils durch die stark quellenden Innenschichten der Mutterzellhaut nach oben geschoben werden und schließlich auf ihnen zu sitzen kommen. Die äußerste, meist derbere Schicht der Zellhaut der Mutterzelle bleibt jeweils am Grunde zurück und fällt durch ihre bedeutendere Stärke und auch durch ihre andre Lichtbrechung auf. *d–f. Botryococcus. d.* größere vielzellige Kolonie: in der radiär orientiert struktierten Gallerte sitzen die Einzelzellen peripher und halb eingesenkt und stehen mit ihren Vorderenden kopfig über die Gallerte heraus. In jungen Kolonien ist deutlich zu sehen, daß die einzelnen Zellen auf kleinen Stielchen stehen, die zentral und radiär miteinander verbunden sind. Zwischen dieser Stielgallerte ist eine weniger konsistente Zwischengallerte ausgebildet, deren Mächtigkeit sehr schwanken kann. Die Zellen sitzen in den trichterig vertieften Enden der Gallertstiele. Bei der Teilung bildet jede Zelle ein neues, vorn trichterförmig vertieftes Gallertstielchen, so daß das trichterförmige Ende des Stielchens der Mutterzelle ausgeweitet wird. Das trifft sowohl bei Zwei- wie bei Vierteilung zu. Von oben wie auch von der Seite gesehen erscheinen daher die Zellen zu zweien oder zu vieren in differenzierte, oft röhrenförmige Gallertschichten zusammengefaßt (s. Fig. *e* u. *f*).

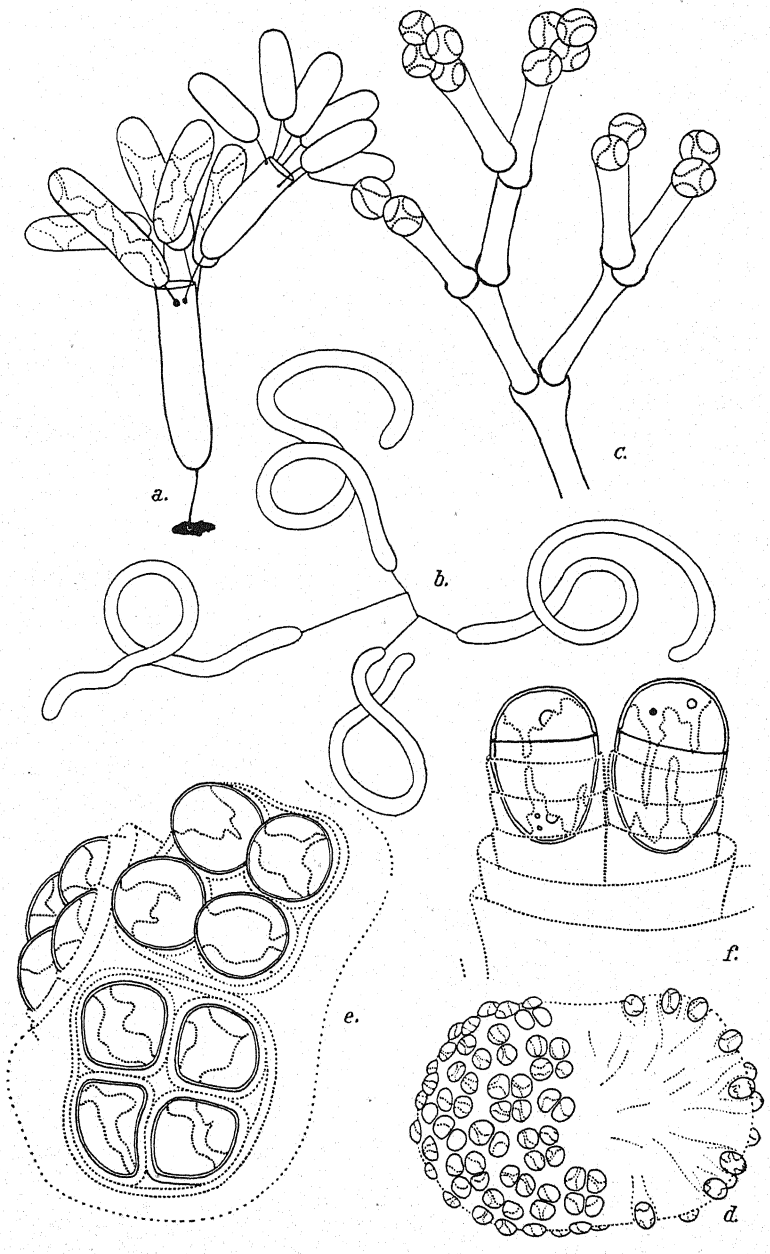


Fig. 38. Unterschrift nebenstehend (S. 46).

dehnen den Gallerttrichter der Mutterzelle aus, so daß bei vielen aufeinanderfolgenden Teilungen die Zellen zu zweien oder vieren innerhalb geschichteter Gallerttüten zu stehen scheinen (Fig. 38*e*).

Die dicho- oder tetratomen Bäumchen von *Mischococcus* entstehen aber trotz einer gewissen Ähnlichkeit mit *Gloeopodium* ganz anders (s. Fig. 38*c*). Hier werden die Gallertstiele bzw. die Gallertzweige, an deren Enden die Zellen zu zweien oder zu vieren stehen, dadurch gebildet, daß nach der Bildung der Autosporen, die stark und in einer Richtung quellenden Innenschichten der Mutterzelle die Tochterzellen emporheben. Diesen Vorgang hat W. Vischer geklärt. Meine Angabe in der Süßwasserflora XI, S. 34 ist dadurch irrig, daß ich den Anteil der aus den Tochterzellen abgeschiedenen Gallertmassen an der Stielbildung überschätzte.

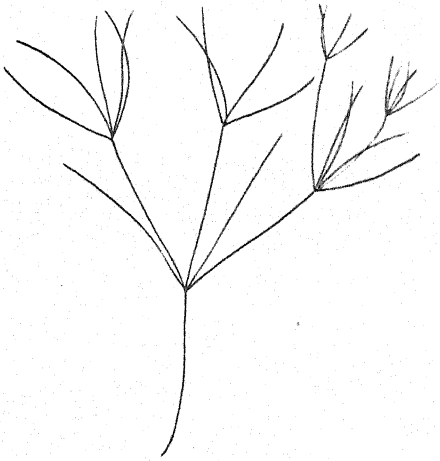


Fig. 39. *Ophiocytium* sect. *Sciadium:* Schema einer quirlig bäumchenförmigen Kolonie (vgl. Fig. 38, *a*). Die aufeinandersitzenden Zellgenerationen zeigen eine deutliche Verkürzung der Zellänge (nach Messungen).

Völlig anders wieder entstehen die quirligen Kolonien von *Sciadium* bzw. *Ophiocytium*. Hier entstehen die Kolonien dadurch (s. Fig. 38*a*), daß die Schwärmer nach Abstoßen des kleinen Deckels der Mutterzelle sich am oberen Rande der entleerten Mutterzelle mit kleinen Stielchen verfestigen und zu den bekannten zylindrischen Zellen heranwachsen. Dieser Vorgang kann sich wiederholen, und dann sind die Kolonien aus mehreren Generationen zusammengesetzt, die den aufeinanderfolgenden Stockwerken entsprechen. Die Länge der Zellen in den aufeinanderfolgenden Stockwerken nimmt meist deutlich ab (s. Fig. 39). Gelegentlich treten die Schwärmer ganz aus der Mutterzelle aus und dann verfestigen sich die Stielchen der Einzelzellen aneinander. Es entstehen dadurch sternförmige, eigenartige Kolonien (Fig. 38*b*).

Die aus der Mutterzelle austretenden Autosporen können auch nach dem Austritte beisammen bleiben, oft sind sie bereits

in der Mutterzelle verbunden, so daß sie dann nicht als getrennte einzelne Autosporen, sondern als kleine Kolonien austreten. *Ilsteria* (s. Fig. 40) oder *Tetraktis* (s. Fig. 36 *e*) veranschaulichen solche Kolonien. Hier sind vier Zellen strahlig, tetraedrisch oder flächig angeordnet, während die nadelförmigen Zellen von *Raphidiella* büschelartig beisammen bleiben können.

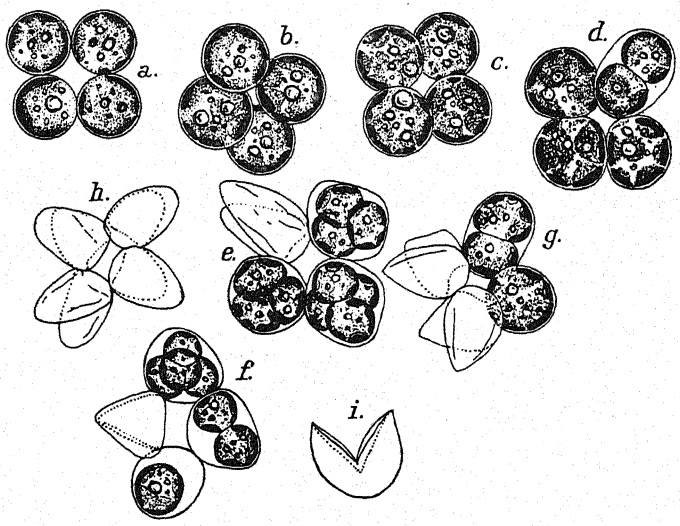


Fig. 40. *Ilsteria*. *a*, *b*, *c* die vierzelligen Kolonien, *d*, *e*, *f*, *g* Bildung von Tochterkolonien dadurch, daß die zwei oder vier Autosporen jeder Zelle bereits kolonial vereinigt austreten (nach Skuja).

Es können Kolonien aber auch dadurch gebildet sein, daß die zwei oder vier Autosporen durch die gedehnte Mutterzellhaut entweder vorübergehend oder dauernd zusammengehalten werden. Ersteres ist bei der festsitzenden *Lutherella* der Fall (siehe Fig. 36 *f*), letzteres bei *Chloropedia* (s. Fig. 36 *g*). Hier werden durch die gedehnten Muttermembranen die Autosporen von mehreren aufeinanderfolgenden Teilungen zu kleinen einschichtigen Täfelchen zusammengehalten, die ganz parenchymatisch aussehen (Blastoparenchyme). Die parenchymatischen Täfelchen haben eine ganz andere Entstehung wie die flächigen Zellverbände gewisser Heterotrichalen (s. S. 65, 66), bei denen die verzweigten Zellfäden sich dicht aneinanderlegen und dadurch eine geschlossene Fläche bilden können.

Es wäre ferner der Fall möglich, daß sich die durch die Mutterzellen zusammengehaltenen Tochterzellen nicht nur nach zwei Richtungen, sondern nach drei Richtungen des

Raumes anordnen, es entstünden dann kubische Zellpakete. Diese Koloniebildung ist für die Heterokonten noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Leider konnte ich eine solche Form nicht genügend studieren.

β) *Die Trichalen-organisation (Fadenalgen-organisation) der Heterokonten.*

Auch die fadenförmigen Ausbildungen von Heterokonten sind wie die der anderen Algenreihen gebaut. Wie ich 1924, S. 152 auseinandergesetzt habe, stellt ein Algenfaden eine Summe polar übereinander gelagerter Autosporen dar, deren Membranen, entsprechend den Teilungsfolgen, sukzessive ineinander geschachtelt werden. Teilt sich der Protoplast einer Fadenzelle in zwei Teilprotoplasten, so umgibt sich jeder Teilprotoplast mit einer eigenen Zellhaut, wobei die alte Membran der Mutterzelle entsprechend gedehnt wird und die beiden behäuteten Tochterzellen nun von der Membran der Mutterzelle umschlossen beisammenbleiben. Bei den weiteren Teilungen geschieht immer dasselbe, so daß schließlich der ganze Faden aus einem solchen linearen System von Zellen besteht, die entsprechend ihrer Teilungsfolge ineinandergeschachtelt sind. Die Teilung einer Fadenzelle in zwei Tochterzellen ist demnach nichts anderes als die Bildung zweier Autosporen innerhalb einer Zelle, bei der aber die beiden Autosporen nicht regellos zu liegen kommen, sondern in bestimmter Form in die Längsachse des Fadens gelagert werden.

Bemerkt sei, daß bei den fadenförmigen Heterokonten die nackten Teilprotoplasten innerhalb einer Fadenzelle nicht von vorneherein quer übereinander, sondern oft schief nebeneinander liegen und erst dann in die Übereinanderlagerung kommen. Die Teilungsebene steht von vorneherein nicht normal zur Fadenrichtung. Diese Tatsache ist in folgender Hinsicht bedeutsam. Gegenüber der Längsteilung (bzw. ihrer Ebene) eines sich basal oder apikal festsetzenden Flagellaten und einem solchen entspricht ja auch der Schwärmer einer fadenförmigen Alge, der sich festsetzt und zu einem einzelligen Keimling wird, erscheint die Teilung einer Fadenzelle um 90° gedreht. Ihre Ebene steht quer zur Ebene der Längsteilung des Flagellaten. Diese Drehung der Teilungsebene um 90° ist aber notwendig, um einen Faden zu bilden, denn nur auf diese Weise kann es zur polaren Übereinanderlagerung der Tochterzellen kommen. Diese Verlagerung der Teilungsebene wird erst allmählich er-

worben. In solchen Fällen, bei denen die Protoplastenteilung schief beginnt und damit endet, daß die Teilprotoplasten sich dann quer übereinander schieben, haben wir bemerkenswerte Übergänge von der Längs- zur Querteilung der Zellen bzw.

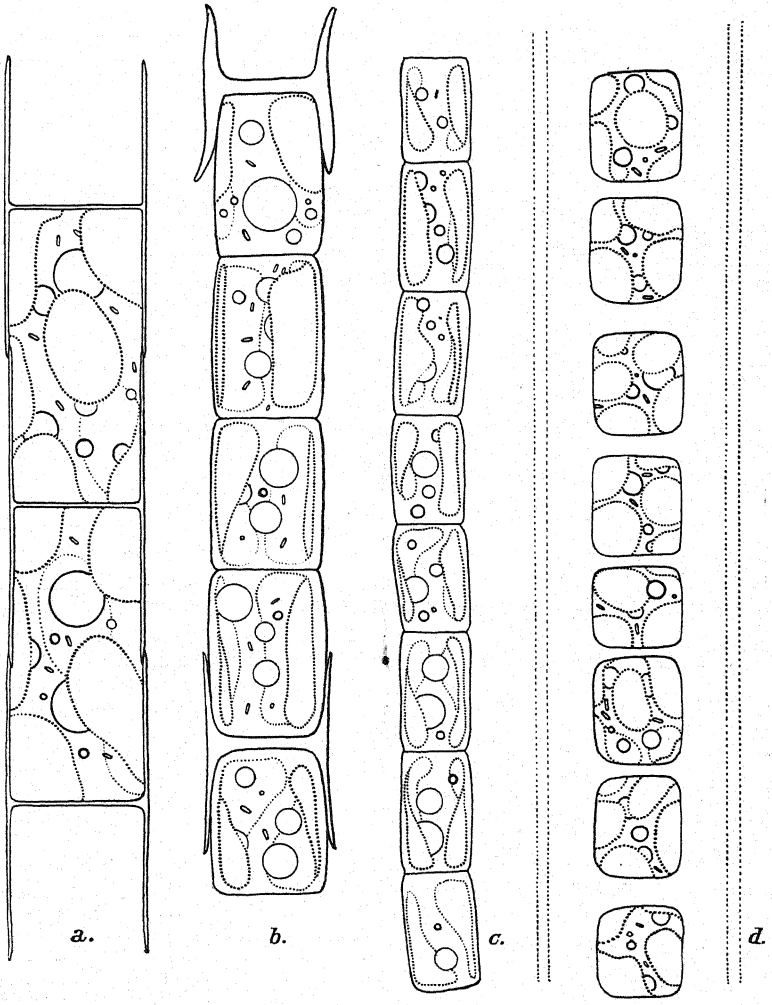


Fig. 41. Die bis jetzt bekannten vier Typen der unverzweigten fadenförmigen Heterokonten: *a Tribonema, b Bumilleria, c Heterothrix, d Neonema.*–*a Tribonema:* die Membran des Fadens deutlich aus aneinanderschließenden *H*-Stücken bestehend (s. Text S. 52, 53). *c Heterothrix:* Die Membran des Fadens läßt ihre Zusammensetzung aus *H*-Stücken im vegetativen Zustand nicht erkennen. *b Bumilleria:* Zwischen einer Folge von Zellen, die den Aufbau der Membran aus *H*-Stücken nicht erkennen lassen, sind derbe *H*-Stücke eingeschoben. *d Neonema:* Die Zellen liegen fadenförmig in einer nach unseren bisherigen Kenntnissen zumindest im völlig ausgebildeten Zustand nicht strukturierten Gallerte.

15 1895

ihrer Protoplasten zu sehen. Die Verhältnisse sind bei den Heterokonten noch wenig studiert. Besser sind wir bei den Chrysophyceen und einigen Chlorophyceen unterrichtet. Im übrigen verhalten sich die Heterotrichalen verschieden. Bei *Tribonema pyrenigerum* stehen die geteilten Protoplasten oft nur sehr wenig geneigt zur Längsebene, so daß man fast von einer

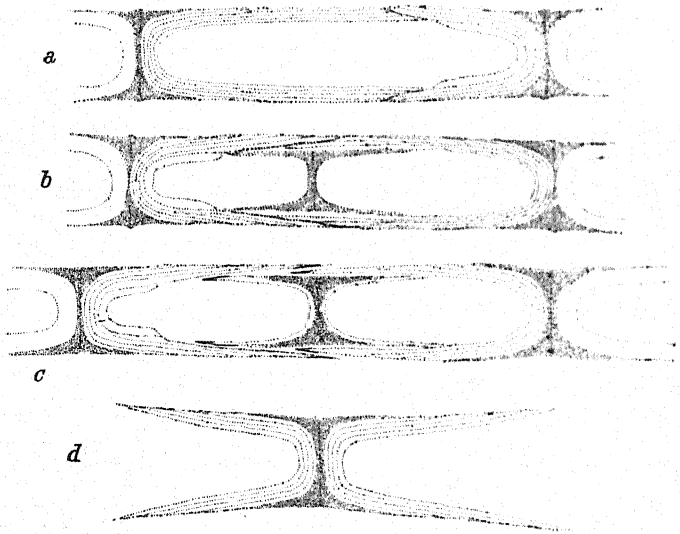


Fig. 42. *Tribonema:* Zellwandaufbau. *a* Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei gleich großen oder etwas verschieden großen Halbstücken, deren Ränder keilförmig übereinander greifen. Die Halbstücke zweier benachbarter Zellen sind mit ihren Bodenteilen miteinander verwachsen. Bei der Zerreißung des Fadens trennen sich die Membranen an den übereinander greifenden Rändern, nicht aber den Verwachsungsstellen der Querwände. Es entstehen dann die charakteristischen H-Stücke *d*. Bei der Teilung werden in der auf S. 53, 54 beschriebenen Weise neue H-Stücke eingeschoben (nach SMITH).

Längsteilung der Protoplasten sprechen könnte. Bei den anderen Tribonemen ist davon nichts mehr zu sehen.

Soweit die Fadenzellen Membranen besitzen, die aus zwei mehr oder weniger äquatorial aneinanderschließenden Hälften bestehen, wird der Zusammenhalt der Zellenmembranen in der Weise bewerkstelligt, daß die aneinander stoßenden Querflächen (Bodenstücke) solcher Membranhalbstücke miteinander „verwachsen" (s. Fig. 42). Durch diese Verwachsung ist zwischen zwei, zu zwei verschiedenen Zellen gehörenden Halbstücken der Membran der Zusammenhalt viel größer als zwischen den zwei nur mit ihren Rändern aneinander stoßenden Membranhalbstükken einer Zelle. Ein solcher Faden wird daher nicht an den Grenzflächen zweier aneinander stoßender Zellen, sondern so zerbrechen, daß die aneinander stoßenden Membranhalbstücke

einer Zelle an ihren Rändern voneinander getrennt werden. Solche Fadenbruchstücke werden daher mit offenen Membranhalbstücken enden und nicht mit geschlossenen Zellen. Im optischen Längsschnitte werden diese Membranhalbstücke wie zwei mehr oder weniger parallele, lange Spitzen erscheinen und dieses zweispitzig gabelige Ausenden der Fäden ist für viele fädige Heterokonten charakteristisch (s. Fig. 43).

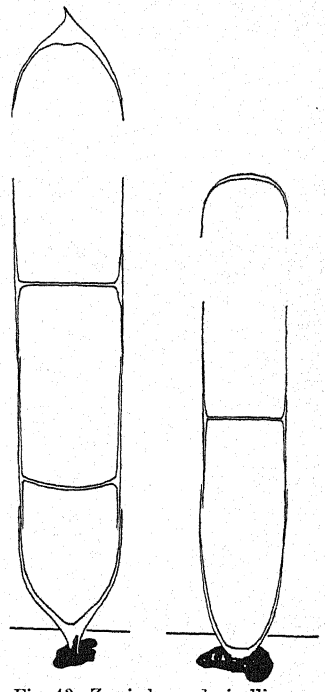


Fig. 43. Zwei- bzw. dreizellige Keimlinge von *Tribonema*, vgl. auch Fig. 45, oberes Membranstück kappenförmig abgehoben, charakteristische „gabelförmige Ausendung" des abgebrochenen Fadens deutlich.

Dadurch, daß die Membranhalbstücke zweier benachbarter Zellen mit ihren Bodenteilen zu den Querwänden des Fadens verwachsen, werden die Membranen der Fadenzellen sekundär zu Einheiten verbunden, die nicht der Membran einer Zelle entsprechen. Es werden ja auf diese Weise Membranstücke gebildet, die immer zwei Zellen angehören und die gewissermaßen aus zwei Teilen bestehen, von denen der linke die rechte Hälfte der links benachbarten Zelle, der rechte die linke Hälfte der rechts benachbarten Zelle behäutet. Diese Membranstücke stellen an ihren Rändern zugeschärfte Röhrenstücke dar, die annähernd in der Mitte eine Querwand besitzen (s. Fig. 41 *a*, *b*; 42, 43, 44, 47). Im optischen Längsschnitte erscheinen sie infolgedessen H-förmig, und diese Zusammensetzung der Wand der Fäden vieler fädiger Heterokonten aus H-Stücken ist ungemein charakteristisch und kommt, abgesehen von gewissen Fadenzuständen der Zygnemalen nur noch bei einer bestimmten Grünalgengruppe, den Microsporalen, vor.

Die Ränder der H-Stücke einer Zelle greifen nur wenig, in seltenen Fällen mehr übereinander. Die H-Stücke selbst sind meist zylindrisch und nur dort, wo sie übereinandergreifen, manchmal ganz leicht aufgebogen. In manchen Fällen aber sind diese Röhrenteile nicht zylindrisch, sondern aufgewölbt, die Zellen sind dann äquatorial, also dort wo die Membranstücke mit ihren Rändern übereinandergreifen, am breitesten,

und haben dann direkt tonnenförmige ellipsoidische, ja manchmal fast kugelige Gestalt. Dann erscheinen die Stellen der Querwände förmlich als Einschnürungen eines im übrigen fast rosenkranzförmig gestalteten Fadens. Diese tonnenförmige Auftreibung der Zellen kann bei allen Arten vorkommen und scheint kein Charakteristikum einer bestimmten Art zu sein.

Bei der Zellteilung bildet jeder der beiden jungen Protoplasten an der neuen Grenzfläche eine zarte Wand. Diese beiden Wände liegen aneinander und verkleben. Während sich nun die Tochterprotoplasten anderer Zellfäden der ganzen Länge nach behäuten, werden diese Längswände in beiden Tochterprotoplasten nur z. T. ausgebildet, und zwar in der Form je eines zunächst sehr schmalen, zylindrischen Randes, der von jedem Tochterprotoplasten aus an die nun gemeinsame Querwand angesetzt wird. Auf diese Weise hat sich zwischen die beiden Tochterprotoplasten ein neues H-Stück mit sehr kurzen Enden eingeschoben. Im weiteren Verlaufe werden nun, so wie es bei der Besprechung des Längenwachstums (s. S. 126) auseinandergesetzt werden wird, von beiden Seiten her an diese kurzen H-Stücke neue Schichten angelegt, die fingerlingartig eingefügt sind und sukzessive immer länger werden, dabei aber dicht an die vorher gehenden Schichten anschließen (Fig. 42). Auf diese Weise wird einerseits die Querwand etwas stärker, die H-Stücke aber auch im zunehmenden Maße länger. Dieses, durch Einschubstücke erfolgende Längenwachstum der H-Stücke erreicht seine obere Grenze, wenn sie annähernd die Länge der bereits vorhandenen ausgewachsenen H-Stücke erreicht haben (vgl. noch S. 126 u. f.).

Aus dieser Bildungsweise geht hervor, daß die beiden Rohrenden jüngerer H-Stücke immer innerhalb der Rohrenden älterer Nachbar-H-Stücke zu liegen kommen (s. Fig. 41 *a*, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50). Auf diese Weise kommt es, daß die Wandhälften einer Zelle niemals gleichen Alters und in bezug auf die Teilungsfolge bzw. Zugehörigkeit zu bestimmten Teilungsgenerationen niemals homolog sind. Die Membranhälften einer Zelle können zwei aufeinanderfolgenden, aber auch zwei sehr weit auseinander liegenden Teilungsfolgen angehören. Die beiden ältesten H-Stücke werden sich naturgemäß an den Enden eines normal gewachsenen Fadens, der nicht abgebrochen wurde, finden, woraus aber in keiner Weise folgt, daß die Zellen in der Mitte des Fadens die jüngsten H-Stücke haben müssen.

Am besten gibt hierüber das Schema (s. Fig. 44) Aufschluß, das naturgemäß aber auch nur wenige Teilungsfolgen wiedergibt, und von vornherein von einer Zelle ausgeht, die aus einem Faden stammt und zwei auf Teilungsfolge nicht korrespondierende und daher verschieden alte Membranstücke besitzt.

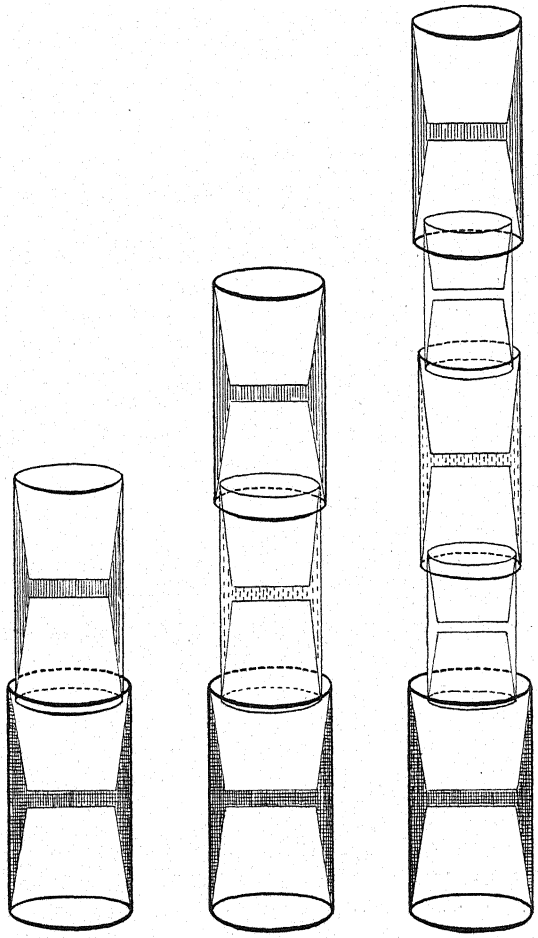


Fig. 44. Schema der Membranzusammensetzung eines *Tribonema*-fadens. Die Membran ist aus H-Stücken zusammengesetzt, die mit ihren offenen Enden ineinander schließen. In Wirklichkeit besteht jedes H-Stück aus zwei Membranhälften, die zwei verschiedenen Zellen angehören und mit ihren Bodenteilen zu dem H-Stück verwachsen sind. Bei der Zellteilung werden (s. Fig. 42) neue H-Stücke eingeschoben dadurch, daß jeder der beiden Teilprotoplasten einer Zelle die fehlende Membranhälfte ergänzt und diese beiden Membranhälften mit ihren Bodenteilen verwachsen. Durch das auf S. 128 und in Fig. 100–106 dargestellte Längenwachstum strecken sich die beiden Schalenstücke und treiben die H-Stücke der Mutterzelle auseinander. Je länger der Faden wird, desto ungleichwertiger werden, speziell gegen die beiden Enden des Fadens, die H-Stücke, welche die Endzellen schließen. Die Membran einer bestimmten Zelle besteht also immer aus zwei sehr verschiedenwertigen Halbstücken.

Dieses Schema gibt die verschieden alten Zellen verschieden groß bzw. verschieden weit wieder, und die jüngsten Zellen erscheinen als die schmalsten. In Wirklichkeit sind die Zellen eines *Tribonema*-Fadens aber gleich dick. Darin besteht auch eine gewisse Abweichung zu den in fadenförmigen Kolonien lebenden Diatomeen, deren Membranbildung ja im Prinzip nach den Teilungen in der gleichen Weise erfolgt und deren Zellen bei jeder Teilung um die doppelte Membrandicke kürzer bzw. kleiner werden. Wären die offenen Ränder der H-Stücke bei den fadenförmigen Heterokonten gegen die Enden zu nicht zugeschärft, sondern bis zum Rande gleich dick, so würden die Zellen auch bei *Tribonema* immer schmäler, und zwar immer um die doppelte Dicke der Membran schmäler werden. Die Zuschärfung der Ränder der Membranstücke sowie auch die nicht seltene leichte Divergenz der Ränder verhindert aber die Abnahme des Querdurchmessers des Fadens.

Die auf diese Weise entstandenen H-Stücke werden — wie bereits erwähnt — gleich lang und sind, soweit die Wandstücke in Betracht kommen, auch meistens gleich dick. Die Querwände der verschieden alten Wandstücke zeigen aber meistens Dickenunterschiede, die oft recht beträchtlich sein können. Das hängt damit zusammen, daß die einzelnen H-Stücke nicht die gleiche Anzahl von Einschubstücken, die dem Längenwachstum dienen, aufweisen. Wenn auch diese fingerlingartigen Einschubstücke dort, wo sie an die Querwände angrenzen, sehr dünn sind und gegen ihre offenen Ränder zu immer dicker und dicker werden, so spielt die Verschiedenheit ihrer Zahl trotz ihrer Zartheit an den Stellen, wo sie an die Querwände angelagert sind, für die Dicke der Querwände eine Rolle. Dazu kommt der Umstand, daß auch alte Membranstücke, die im allgemeinen keine Zuwachsstücke mehr ausbilden, durch irgendwelche Umstände veranlaßt, doch gelegentlich einige, oft sogar viele, bilden können.

Aller Wahrscheinlichkeit nach verändert sich der chemische Charakter der H-Stücke mit zunehmendem Alter. Das geht nicht nur aus den verschiedenen Lichtbrechungen hervor, sondern auch daraus, daß Eiseninkrustationen und Kalkauflagerungen bzw. die Besiedelung durch eisenspeichernde oder kalkfällende Bakterien immer nur auf Zellwandstücken eines bestimmten Alters stattfindet. In extremen Fällen wechseln dann mit einer bestimmten Gesetzmäßigkeit eiseninkrustierte oder mit dicken Kalkauflagerungen versehene Zellen mit

eisen- und kalkfreien Zellen ab. Meist liegt immer eine bestimmte Anzahl eisen- und kalkfreier Zellen zwischen inkrustierten Zellen, eine Anzahl, die durch bestimmte Teilungsfolgen, also auch durch ein bestimmtes Alter der Wandstücke bedingt ist.

Nicht immer sind die H-Stücke eines Fadens untereinander gleich, oft sind sie sehr ungleich. Besonders ungleich sind sie dann, wenn der Faden auf Dauerstadien zurückgeht, deren Zellen manchesmal stark verkürzt sind. Aber auch sonst treten Störungen in der Ausbildung der Rohrstücke auf, sei es, daß sie gelegentlich abnorm dick werden, sei es, daß ihre beiden Hälften sehr ungleich sind. Ja es kann geschehen, daß die eine Hälfte des Wandstückes nur als kleiner Rand entwickelt ist und die betreffende Zelle fast ganz von dem einen, in diesem Fall oft abnorm langen, Halbteile des benachbarten Wandstückes eingeschlossen wird.

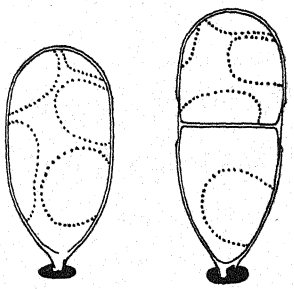


Fig. 45. Zwei Keimlingsstadien von *Tribonema:* rechts der Keimling in Teilung, die beiden Membranteile des einzelligen Keimlings durch ein bereits gebildetes kleines H-Stück voneinander getrennt. Die beiden Tochterzellen nicht völlig gleichwertig, die untere (Basalzelle) nur mit einem Chromatophoren versehen, die obere mit mehreren. Teilungsfähigkeit der unteren Zelle beschränkt und schließlich eingestellt. Vgl. auch Fig. 52 (Basalzelle bei *Heterodendron*).

Natürlich gehen alle fadenförmigen Ausbildungen mittelbar oder unmittelbar auf einzellige Keimlinge zurück, die bei manchen Formen mit einem Stielchen und einem Scheibchen festsitzen und völlig der dauernd einzellig bleibenden Gattung *Characiopsis* gleichen (s. Fig. 45). An diesen Keimlingen ist die Membran von vorneherein zweiteilig: nur sind die Membranhälften oft sehr ungleich, die obere Hälfte, manchmal etwas zugespitzt, schließt deckelartig den Keimling nach oben ab. Nur diese beiden Membranteile sind annähernd gleichwertig. Alle später gebildeten und aneinanderstoßenden H-Stücke sind in bezug auf ihre Teilungsfolge ungleichwertig.

Besonders auffallend sind jene Ausbildungen, bei denen Zellfolgen mit dünnen H-Stücken wiederholt von derben H-Stücken begrenzt werden. Dadurch erfährt der Faden, es ist dies bei *Tribonema* (s. spez. Teil) nur selten der Fall, eine eigenartige Gliederung. Zwischen dicken, relativ kurzen, fast X-förmigen, manchmal braun verfärbten und geschichteten H-Stücken sind ganz dünnwandige Zellen eingeschoben, und zwar meist so, daß immer auf eine bestimmte Anzahl (zwei

oder vier) dünnwandiger Zellen ein dickes H-Stück folgt. Zum Teil handelt es sich um fadenförmig ausgebildete Akinetenreihen, die gleichzeitig ausgekeimt und eine gleiche Anzahl von Teilungen mitgemacht haben. Der Anzahl von Teilungen entspricht die regelmäßige Anzahl der eingeschobenen dünnwandigen Zellen. Es scheint aber, wie wenn die Ausbildung der Wandstücke aber auch sonst innerhalb eines Fadens schwanken würde. Vielleicht durch äußere Umstände bestimmt werden manchmal sämtliche H Stücke einer bestimmten Teilungsfolge sehr derb, während die H-Stücke anderer Teilungsfolgen dünnwandig bleiben. Hier hätten eigene Untersuchungen einzusetzen.

Kommt bei *Tribonema* diese ungleiche Ausbildung der Wandstücke nur gelegentlich vor, so scheint sie ein Charaktermerkmal einer zweiten fädigen Form zu sein, die von Borzi und Klebs studiert wurde: *Bumilleria*. Hier ist es in der normalen vegetativen Ausbildung tatsächlich so, daß immer eine Reihe von Zellen mit gleichartigen Membranen unterbrochen werden durch ein manchmal stark divergierendes H-Stück (Fig. 41 *b*). Trotzdem *Bumilleria* von verschiedenen Autoren studiert wurde, ist noch nicht völlig klar gelegt, wieso es zu dieser periodischen Gliederung kommt. Doch zeigen nicht alle Bumillerien diese Gliederung in regelmäßiger Weise, bei manchen Formen scheint sie tatsächlich erst durch äußere Faktoren ausgelöst zu sein.

Bei den fadenförmigen Heterokonten ist aber an den normalen vegetativen Zellen nicht immer oder überhaupt nicht die Zusammensetzung der Membran aus zwei Stücken bzw. die Bildung der H-Stücke in der beschriebenen Weise zu beobachten. Es scheint — leider sind die Membranverhältnisse weder bei *Heterothrix* (s. Fig. 41 *c*) noch bei *Heterococcus* oder *Heterodendron* abschließend untersucht — als sei hier die Membran in der normal vegetativen Ausbildung aus einem Stücke. Das ist von Klebs für *Bumilleria exilis* sicher erwiesen worden. Trotzdem erscheint bei *Heterothrix* ein äquatorialer Querriß präformiert, durch den die Zoosporen austreten und der auch bei der Aplanosporenbildung deutlich wird; er deutet die Zusammensetzung der Membran aus zwei Stücken an. Tatsächlich zerfällt beim Austritte der Zoosporen die Membran bei manchen Arten in H-Stücke (Fig. 46). Und es scheint, als ob bei einzelnen dieser Formen die für *Tribonema* charak-

teristische H-förmige Zergliederung der Wand nur gelegentlich auftreten würde. Bei *Bumilleria* sieht es aus, als ob die Bildung von deutlichen H-Stücken an den Zellen periodisch oder aperiodisch mit einfach erscheinenden Membranen abwechseln würde. Bei *Heterothrix*, *Heterococcus* (*Monocilia*) und *Heterodendron* konnte die Bildung H-förmiger Wandstücke meines Wissens nicht beobachtet werden; diese beiden Gattungen müssen noch studiert werden. Ebenso sind H-förmige Wandstücke auch für *Neonema* nicht erwiesen.

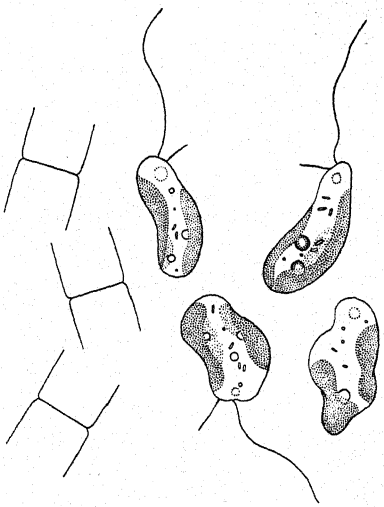


Fig. 46. *Heterothrix:* Bei der Schwärmerbildung zerfallen die Zellmembranen in H-Stücke, die im vegetativen Zustand des Fadens nicht nachweisbar oder erkennbar sind. (Vgl. Fig. 41, *c*.)

Der Umstand, daß wir fadenförmige Formen mit H-Stücken, also mit zweiteiligen Zellmembranen und solche mit einheitlicher, ungeteilter Membran haben, hat ja seine Parallele in der Tatsache, daß wir bei den Heterococcalen, den einzellig lebenden, behäuteten Heterokonten ebenfalls Formen finden, deren Membran aus zwei Stücken zusammengesetzt ist, und Formen mit einheitlicher Membran.

Allerdings bedürfen sowohl bei den Heterococcalen als auch unter den Heterotrichalen alle Formen mit einheitlicher Membran einer weiteren Untersuchung. Es ist immerhin möglich, daß bei ihnen doch zweiteilige Membranen vorhanden sind, die entweder nur gelegentlich gebildet werden oder schwer erkennbar sind. Für *Neonema* möchte ich annehmen, daß es im Prinzip zweiteilige Membranen hat, die aber infolge der Bildung der mächtigen Gallerthülle morphologisch nicht zum Ausdruck kommen, und werde in dieser Meinung bestärkt durch die Tatsache, daß auch bei *Tribonema* gelegentlich die Zellen in dicken Gallerthüllen reihenförmig hintereinanderliegen, ohne daß es zu einer palmelloiden Auflösung kommt.

Verzweigung.

Von den fadenförmigen, bis jetzt genannten Formen sind *Tribonema*, *Heterothrix*, *Bumilleria* und *Neonema* normalerweise unverzweigt. Gelegentlich aber treten bei ihnen Verzweigungen auf. Bei *Tribonema* ist es sehr selten der Fall, bei *Neonema*

habe ich sie niemals beobachtet, bei *Bumilleria* ist die Erscheinung häufiger. Die Verzweigung kommt bei diesen Formen dadurch zustande, daß die beiden Tochterprotoplasten einer vegetativen Zelle „längs" orientiert sind bzw. bleiben, also keine „Querteilung" erfolgt (s. Fig. 47). Bei den abnormen

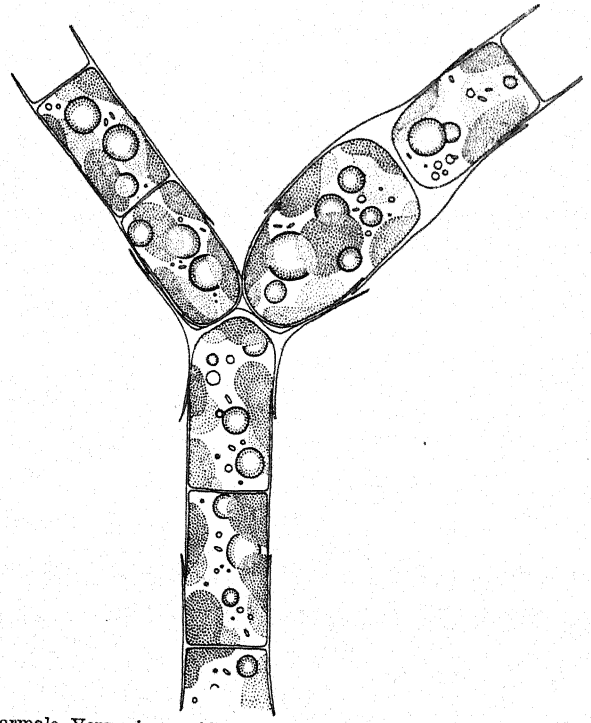


Fig. 47. Anormale Verzweigung (Gabelung) bei *Tribonema:* eine Zelle des Fadens hat sich der Länge und nicht der Quere nach geteilt, jede dieser beiden Tochterzellen wächst zu einem Faden aus, so daß sich der Faden dichotom gabelt.

Verzweigungen von *Bumilleria* und *Tribonema* unterbleibt also die Drehung der Teilungsebene bzw. polare Übereinanderlagerung der Teilprotoplasten. Durch die Behäutung der beiden der Länge nach orientierten Tochterzellen, die dann wieder Querteilungen einleiten, kommt es zu einer mehr oder weniger gabeligen Verzweigung, die aber dadurch sehr häufig verwischt wird, daß einer der beiden Äste zurückbleibt. In bezug auf die Behäutung der beiden der Länge nach orientierten Tochterprotoplasten gibt es Verschiedenheiten, auf die in einer eigenen Arbeit eingegangen werden soll.

Wie verwickelt die Membranverhältnisse bei solchen Verzweigungen sein können, wird durch die beigegebenen Figuren (s. Fig. 48) bezeugt. Im übrigen werden sie in einer eigenen Arbeit behandelt werden.

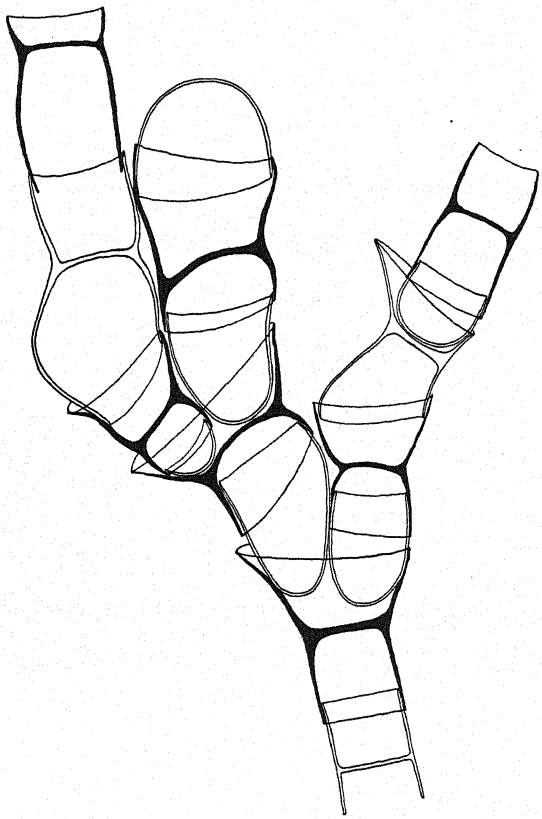


Fig. 48. *Tribonema:* wiederholte Gabelung eines Fadens, vgl. die komplizierten Membranverhältnisse (H-Stücke abwechselnd voll und abwechselnd konturiert gezeichnet). Die Zweige solcher anormal verzweigter *Tribonema*-fäden stellen meist bis auf einen ihr Längenwachstum ein und gehen zur Bildung von Dauerstadien über.

Bemerkt sei, daß nicht selten einzelne solcher Auszweigungen nach wenigen Teilungen mit Sporen enden, und zwar so häufig, daß ich annehmen möchte, daß durch solche abnorme Verzweigungen zumindest in einem Zweige die Sporenbildung ausgelöst wird. Entwicklungsmechanisch scheint mir dieser Befund deshalb von Bedeutung zu sein, weil hier die Organisation allem Anschein nach auf den unverzweigten Faden eingestellt ist und abnorme Verzweigungen allem Anscheine nach durch

Sporenbildung bald sistiert werden. Dies beschränkte Wachstum der Zweige ist ja auch bei den Formen, die ständig verzweigt auftreten, besonders betont. Die Wachstums- bzw. Teilungshemmung der Zweigzellen kommt aber bereits bei den nur gelegentlich und „anomal" gebildeten Verzweigungen von *Tribonema* zum Ausdruck.

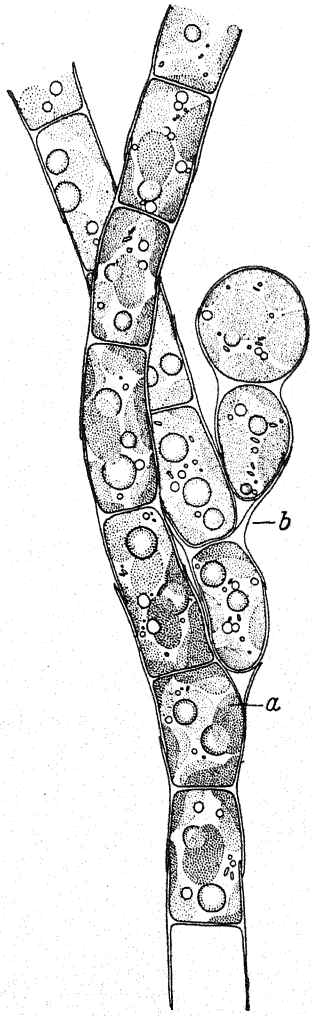


Fig. 49.

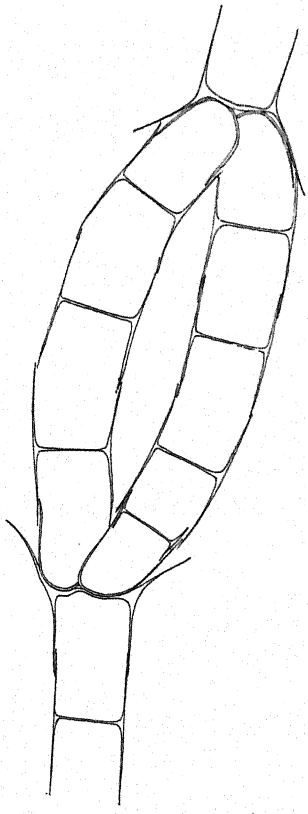


Fig. 50.

Fig. 49. *Tribonema.* Wiederholt gegabelter Faden dadurch entstanden, daß zunächst bei *a*, dann bei *b* die Zelle sich längs teilte, worauf jede der so entstandenen Tochterzellen sich zu einem Faden weiterteilte. Von den drei auf diese Weise entstandenen Gabelästen wuchsen aber nur zwei zu einem normalen Faden aus, während der dritte, am meisten rechts stehende Ast sehr bald sein Längenwachstum einstellte und seine Zellen in zweischalige Akineten umwandelte. Bei derartig wiederholten Verzweigungen von *Tribonema* stellen sehr häufig die Zweige höherer Ordnung ihr Längenwachstum sehr bald ein.

Fig. 50. *Tribonema:* Gabelung des Fadens, die beiden Gabelfäden aber durch das obere H-Stück der Mutterzelle ösenartig zusammengehalten. Beachte die H-Stücke.

Nicht immer aber trennen sich bei den Gabelungen die Gabeläste. Werden die Gabeläste an ihren beiden Enden durch die H-Stücke der Zelle, die sich längs geteilt hat, zusammengehalten (s. Fig. 50), so ergeben sich schließlich parallel nebeneinander liegende, oft seitlich miteinander verwachsene Zwillingsfäden. Bei *Tribonema* kommen diese Er-

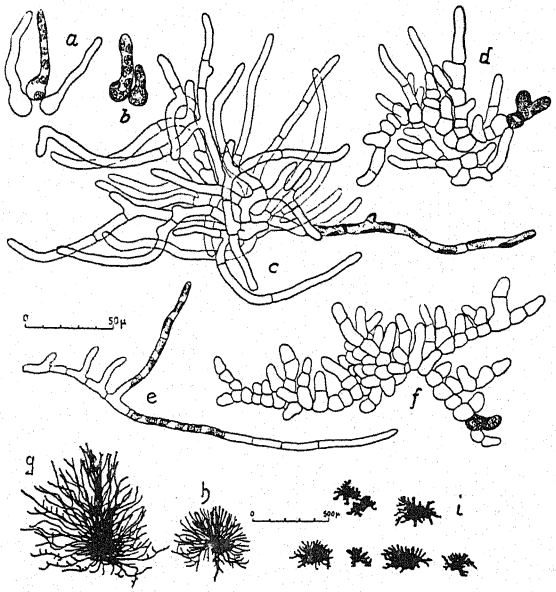


Fig. 51. *Heterococcus caespitosus:* *a–f* Verzweigung der Alge in verschiedenen Stadien, an manchen Stellen sehr deutlich die Anlage der Seitenzweige in der Form von Ausbeulungen einzelner Fadenzellen erkennbar. *g–i* verschiedene Habitusbilder der verzweigten Alge, durch verschiedene Kulturbedingungen hervorgerufen (nach W. VISCHER).

scheinungen nur selten vor. Bei *Bumilleria* ist aber die Ausbildung zweireihiger Fäden ziemlich häufig und schon BORZI und KLEBS haben sie beobachtet.

Bei *Heterococcus* und *Heterodendron* kommt u. a. aber Verzweigung regelmäßig vor (s. Fig. 51, 52, 53). Hier sind die Zellen nach unserem derzeitigen Wissen wahrscheinlich mit einer einheitlichen Membran versehen. Die Verzweigung kommt auch auf eine andere Weise zustande. Eine Zelle, die in Verzweigung begriffen ist, baucht sich an ihrem oberen Ende und unter dem unteren Ende der darüber befindlichen Zelle schief seitlich aus. Indes teilt sich der Kern. Diese Ausbeulung wird größer, Chromatophoren und der eine Kern wandern in sie herein, es erfolgt die Bildung einer Querwand, nun steht schief

seitlich am oberen Ende einer Fadenzelle eine frei endigende Zelle, die nun als Faden weiter wächst und auf diese Weise zu einem Zweig wird. Es sei aber ausdrücklich erwähnt, daß die Einzelheiten dieser Zweigbildungen noch nicht genau studiert wurden. Bei *Heterococcus* erfolgt die Zweigbildung

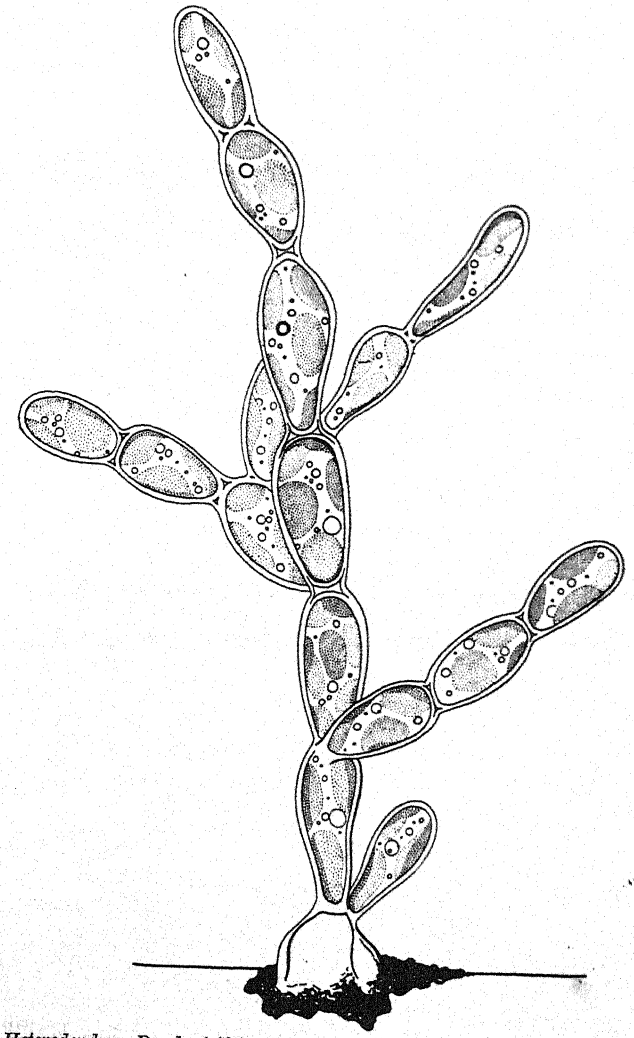


Fig. 52. *Heterodendron Pascheri (?)*. Verzweigte Fäden, die aber die Selbständigkeit der einzelnen Zellen deutlich erkennen lassen. In Wirklichkeit stellt das Fadensystem eine verzweigte, polar orientierte Kolonie von Autosporen dar. Zellen des Fadens gleichwertig bis auf die Basalzelle, welche mit breiter Basis festsitzt, als Haftorgan dient und deren Chromatophoren und Protoplast meist weitgehend rückgebildet sind. An ausgewachsenen Fadensystemen ist die Basalzelle meistens tot.

oft sehr spärlich. Sie ist sicher hier von Milieufaktoren (Licht, Nährstoffe u. a.) abhängig[1]). Bei *Heterodendron* (Fig. 52) aber werden aufrechte, bäumchenartig verzweigte Systeme gebildet, die mit den verzweigten Fadenalgen anderer Algenreihen, z. B. mit *Microthamnion* unter den Chlorophyceen und vor allem mit *Phaeothamnion* unter den Chrysophyceen weitgehende Ähnlichkeit haben.

Die Zellen eines unverzweigten Fadens der Heterotrichalen sind im allgemeinen gleichwertig. Spitzenwachstum oder lokalisiertes interkalares Wachstum kommt meines Wissens nicht vor. Sämtliche Zellen sind gleich teilungsfähig. Bei verzweigten Formen sind die Zellen nicht gleich teilungsfähig. Die Teilungsfähigkeit der Zellen ist an den Ästen beschränkter als im Hauptstamme und an den oberen Ästen beschränkter als an den unteren.

Eine Differenzierung der Zellen ist dort eingetreten, wo die verzweigten oder unverzweigten Fäden festsitzen. *Tribonema* entwickelt sich aus einem festsitzenden Keimling, der aus einem Schwärmer entstanden ist und mit einem Stielchen und einem Haftscheibchen festsitzt. Die untere Zelle eines aus einem solchen Keimling entstandenen Fadens ist daher als Basalzelle entwickelt (s. Fig. 45). Ich vermag nicht zu sagen, ob diese Basalzelle bei *Tribonema* eine geringere Teilungsfähigkeit hat als eine andere Fadenzelle. Sicher ist, daß bei der Teilung des einzelligen Keimlings die untere Zelle oft weniger Chromatophoren bekommt und diese erste Teilung sehr oft keine gleichen Tochterzellen ergibt (s. Fig. 45). Da wir festsitzende Fadenalgen kennen, deren Basalzellen, wahrscheinlich infolge ihrer Funktion, weniger oder nicht teilungsfähig sind, so wären die Basalzellen der Tribonemen zu überprüfen. Möglicherweise ist die Basalzelle von *Heterodendron* weniger (oder nicht) teilungsfähig als die anderen Zellen des verzweigten Fadens. Dann würde *Heterodendron* auch in bezug auf seine Basalzelle, die von den gestreckteren Fadenzellen durch ihre plumpere und breitere Form abweicht (s. Fig. 52), auch darin mit dem konvergenten *Phaeothamnion* übereinstimmen.

Eine bei anderen Algenreihen häufig vorkommende Weiterentwicklung fadenförmiger Ausbildungen ist bei den Hetero-

[1]) Vgl. die Arbeiten W. Vischers über *Heterococcus*.

konten nur angedeutet: die Ausbildung flächiger Zellverbände, die dadurch entstehen, daß die Zweige eines kriechenden Fadens mehr oder weniger in einer Ebene unregelmäßig ausstrahlen, und so dicht nebeneinander zu liegen kommen,

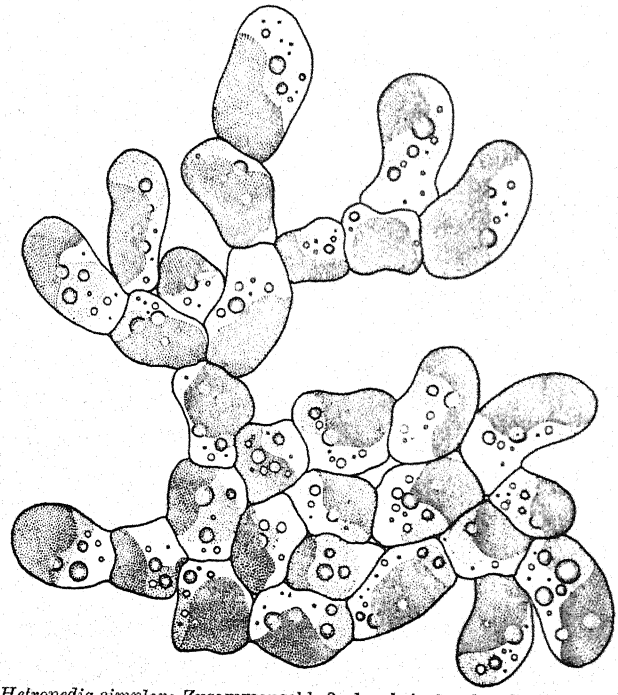


Fig. 53. *Hetropedia simplex:* Zusammenschluß der kriechenden Fäden zu Zellflächen (Nematoparenchyme).

daß schließlich direkt einschichtige Zellflächen zustande kommen (s. Fig. 53). Diese so entstandenen Zellflächen lassen zunächst noch deutlich ihre Entstehung aus der Länge nach verwachsenen Fadensystemen erkennen. Sie behalten den fädigen Charakter auch an ihren Randpartien ständig bei, aus denen einzelne Fäden oft lang hervorwachsen. Im Zentrum solcher so entstandener Zellflächen aber ist die Bildung aus verwachsenen Fäden nicht mehr zu erkennen. Die Zellteilungen, die bei der dichten Lagerung der zentralen Zellen nicht mehr rein polar erfolgen, erzeugen schließlich eine parenchymatische Zellfläche mit polygonal sich gegenseitig abplattenden Zellen. Dadurch, daß sich die Zellen einer solchen parenchymatischen Platte schließlich parallel zum Substrat teilen, werden diese

Zellschichten mehrschichtig. Derartige, aus Fadensystemen hervorgegangene Zellflächen kommen bei den Heterokonten nur bei *Heteropedia* bzw. *Aeronemum?* SNOW vor. Es sei auch hier noch einmal bemerkt, daß auch bei den Heterokonten solche Zellflächen auf ganz andere Weise zustande kommen können: dadurch, daß die bei manchen Algen zu zwei oder vier im Inneren der Mutterzellen gebildeten Autosporen sich nicht voneinander lösen, sondern nebeneinander im Verbande bleiben. So entstehen Zellflächen, die ebenfalls parenchymatisch aussehen, einschichtig sind und ihre Zusammensetzung aus Zweier- oder Vierergruppen von Zellen deutlich erkennen lassen. Derartige Blastoparenchyme sind bei der Heterococcalen *Lutherella* und *Chloropedia* vorhanden (siehe S. 49 und Fig. 36 *g*).

Einige fädige Heterokonten sind vielleicht derzeit im Begriffe, ihre fadenförmigen Verbände aufzulösen. Es handelt sich um terrestrische oder zumindestens um aerophile Algen, die sehr häufig nur einzellig oder in wenigzelligen, unregelmäßigen Verbänden auftreten und nicht immer Zellfäden ausbilden. Wie Experimente (CHODAT und POULTON und vor allem W. VISCHER) gezeigt haben, sind äußere Umstände dafür z. T. maßgebend, ob *Heterococcus* (*Monocilia*) fadenförmig, in unregelmäßigen Zellgruppen oder einzellig auftritt. Fädige Formen, die ihre Zellverbände sekundär wieder auflösen und auf diese Weise als Einzeller oder in wenigzelligen Gruppen wachsen, kommen auch bei anderen Algenreihen vor. Das bekannteste Beispiel dafür ist *Pleurococcus* und seine Verwandten unter den Grünalgen, oder *Chroothece*, *Porphyridium* und andere Formen unter den Bangialen. Bezeichnenderweise handelt es sich fast immer um aerophile bzw. terrestrische Formen.

Bei *Tribonema*, *Heterothrix*, *Bumilleria*, *Neonema* können sich die Zellfäden palmelloid auflösen und formlose Lager mit geschichteten oder ungeschichteten Gallerten bilden, die sich durch Zellteilung sehr stark vergrößern können (siehe auch S. 29 und Fig. 21, 22) (auch *Heterococcus* und *Heteropedia*).

Die Zellen der fädigen Heterokonten sind, soweit sie aus Schwärmern oder Sporen gebildet werden, primär immer einkernig. Die Zellen können aber unter Umständen zu vielkernigen Riesenzellen auswachsen, die sich als solche zu großen Riesencysten (siehe S. 80) umwandeln können, die ihre Her-

kunft nur schwer vermuten lassen. Es wird auch angegeben, daß einige Arten von *Tribonema* ständig zwei- bzw. vielkernige Zellen haben, so daß diese Mehrkernigkeit ein spezifisches Merkmal würde. Das scheint mir aber nicht gesichert und alle solche Angaben sind neuerdings zu überprüfen. Tatsache ist, daß sehr viele Heterokonten auch in ihren fädigen Ausbildungen mehrkernig werden können.

γ) *Die Siphonalenorganisation der Heterokonten.*

Die Heterokonten und die Chlorophyceen sind die einzigen Algenreihen, bei denen auch behäutete, im vegetativen Leben dauernd vielkernige, ausgesprochen siphonale Ausbildungen auftreten. Während bei den Chlorophyceen diese Ausbildungen sich nach verschiedenen Richtungslinien hin in oft eigenartiger Weise weiterentwickelt und eine große Formenmannigfaltigkeit ausgebildet haben, ist nach unseren derzeitigen Kenntnissen der siphonale Typus bei den Heterokonten nur durch eine Form: *Botrydium*, die vielleicht eine Sammelgattung darstellt, vertreten.

Bei den Heterokonten wie bei den Chlorophyceen erscheint dieser siphonale Typus gegenüber den einkernigen Ausbildungen nicht unvermittelt. Ja bei den Heterokonten scheinen mehrere Ansätze zur Ausbildung solcher siphonaler Organisationen vorhanden zu sein.

Zunächst ist bemerkenswert, daß wir unter den Heterococcalen verschiedene Formen kennen, bei denen Kernteilungen im Alter nicht mit Zellteilungen zusammengehen. Auf diese Weise kommt es zur Bildung größerer, vielkerniger Zellen. N. Carter hat 1919 gezeigt, daß *Characiopsis*-Zellen im Alter mehrkernig werden können: es tritt gewissermaßen Kernvermehrung ein, ohne daß diese Kernvermehrung sofort zur Schwärmerbildung führt (s. Fig. 54). Man kann diese Ausbildungen vielleicht als gehemmte Zoosporangienbildung auffassen. Ist dies bei *Characiopsis* vielleicht nicht ganz regelmäßig der Fall, es gibt bestimmt Arten dieser Gattung, die keine solchen vielkernigen Zellen ausbilden: so wird *Ophiocytium*, besonders in seinen langen Zellen fast immer vielkernig. Da das Längenwachstum von *Ophiocytium* sehr bedeutend ist, die Zellen können bis $1^1/_2$ mm lang werden, so reichern sich auch die Kerne sehr an. Die auf *Sphagnum* lebende kugelig-ellipsoidische *Perone* ist in ihren behäuteten Zellen schließlich ebenfalls mehrkernig.

Der gleiche Vorgang kann sich auch an den Fadenzellen von *Tribonema* bzw. *Heterothrix* vollziehen und führt dann zur Bildung chromatophorenreicher und vielkerniger Riesenzellen (s. Fig. 22), welche entweder palmelloid ausgebildet sind oder eine Membran besitzen, die sich so verdicken kann, daß eine vielkernige Cyste entsteht (Fig. 67). Auch hier zerfällt wie bei einer vielkernigen *Characiopsis* der Inhalt in einkernige Schwärmer oder in Schwärmergruppen (siehe Abschnitt Riesenzellen S. 79, 80). Daneben können aber auch die vegetativen Fadenzellen von *Tribonema* (ob dauernd oder vorübergehend?) zwei- oder auch vielkernig werden. Ja nach der Ansicht einzelner Autoren (HAWLITSCHKA 1932, S. 29) soll es sich dabei um Artmerkmale handeln. Die Tendenz zur Vielkernigkeit äußert sich ja schon bei den nackten, monadoiden und rhizopodialen Ausbildungen. Vielkernig ist die plasmodiale Organisation bei *Myxochloris* (s. Fig. 16), ebenso treten gelegentlich vielkernige Schwärmer auf (z. B. *Botrydiopsis*, *Tribonema* u. a.). Der Unterschied zwischen dieser und den früher besprochenen, vielkernigen Ausbildungen behäuteter Formen liegt nur darin, daß sich die nackte, plasmodiale *Myxochloris* erst am Ende der Vegetationsperiode zu einer vielkernigen Cyste behäutet.

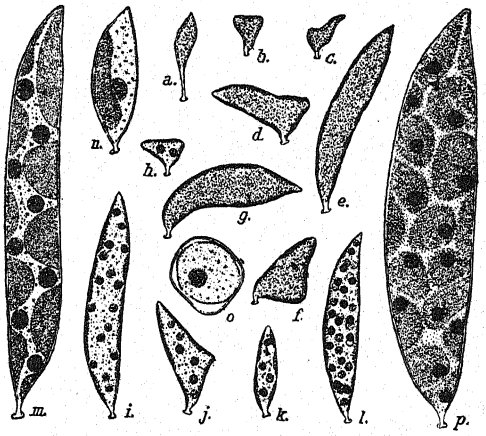


Fig. 54. *Characiopsis saccata: a–g* verschieden gestaltete Zellen, ungefärbt, *h–l* fixierte und kerngefärbte Zellen, beachte die schwankende Zahl der Kerne und die Zunahme der Kerne in den größeren Zellen, *m* eine vielkernige Zelle, stark vergrößert, Chromatophoren eingezeichnet, *p* Zelle (gefärbt) wahrscheinlich im Übergang zur Schwärmerbildung (nach N. CARTER).

Jedenfalls erscheint die vielkernige Organisation, wie sie von der Heterosiphonale *Botrydium* dargestellt wird, im Prinzip, wenn auch nicht in der Form vermittelt.

Die vielkernige, behäutete Ausbildung erscheint bei den Heterokonten in der Gattung *Botrydium* bereits weitgehend gegliedert. Es sind makroskopisch sichtbare, meist in Herden

beisammenwachsende, grüne Blasen (s. Fig. 55), deren basaler Teil mannigfach, meist dichotom, in Rhizoide zerteilt ist, die in der Erde stecken. Der Protoplast, durch einen großen Zellsaftraum an die Wand gedrängt, ist im ausgebildeten Zustand

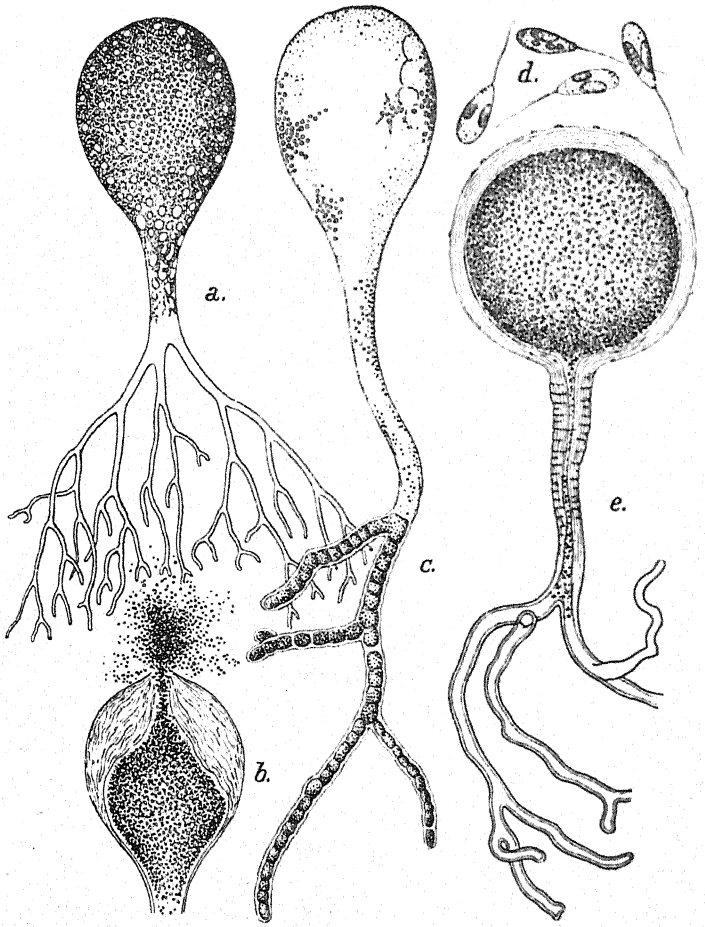


Fig. 55. *Botrydium:* die einzige siphonale Gattung der Heterokonten. *a–d B. granulatum: a* vegetative Zelle mit grünen Chromatophoren im oberen Teil der Zelle. Beachte die dichotomen Rhizoiden, *b* in Schwärmerbildung, *c* der größte Teil des Protoplasten hat sich in die Rhizoiden zurückgezogen und dort in Sporen umgewandelt, *d* Schwärmer (nicht völlig korrekt beobachtet, sie besitzen nach KOLKWITZ eine Nebengeißel), *e Bot. Wallrothi* (nach ROSTAFINSKI und WORONIN).

vielkernig, besitzt sehr zahlreiche Chromatophoren, die sich natürlich im oberirdischen Teile befinden (Fig. 89).

Diese siphonale Heterokonte sieht morphologisch gewissen Chlorophyceen (*Protosiphon, Halicystis*) so ähnlich, daß tatsäch-

lich die Entwicklungszyklen dieser verwandtschaftlich voneinander so verschiedenen Organismen durcheinander gemischt wurden und die Klarlegung zwischen *Botrydium* und *Protosiphon* erst KLEBS gelang.

Der Protoplast der *Botrydium*-zelle stellt gewissermaßen ein behäutetes Plasmodium dar. Bei der Schwärmerbildung zerfällt der vielkernige Protoplast in einkernige Plasmaportionen, die als Schwärmer austreten, oder sich noch innerhalb der Zelle encystieren (Aplanosporen). Es können sich aber auch verschieden große und vielkernige Plasmaportionen bilden und zu größeren oder kleineren Cysten behäuten, wie auch der gesamte vielkernige Protoplast unter Umständen eine Riesencyste bilden kann.

Eine Weiterentwicklung dieser relativ einfachen, blasigen Zelle, die bei den Chlorophyceen zu so komplizierten Gebilden geführt hat, ist bei den Heterokonten noch nicht festgestellt worden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch vielleicht einige noch wenig bekannte, derzeit noch bei den Grünalgen geführte Siphonalen hierher gehören.

Die Organisation der vielkernigen, behäuteten, vegetativen Zelle wird bei den Heterokonten als Klasse der Heterosiphoneae PASCHER (1911 und 1931) mit der einzigen Ordnung der *Botrydiales* geführt.

b) *Dauerstadien*

Bei ungünstigen Umständen oder aber infolge innerer Ursachen (Anhäufung von Stoffwechselprodukten?) gehen die Zellen der Heterokonten in Dauerstadien über, in denen die Lebensprozesse sehr herabgemindert sind. Die Dauerstadien sind bei den Heterokonten sehr mannigfaltig. Leider sind sie nur sehr wenig untersucht, und viele Angaben und Beobachtungen haben rein kasuistischen Charakter. Deshalb ist eine erschöpfende Darstellung der Dauerstadien nach einem einheitlichen Gesichtspunkt hin derzeit noch unmöglich.

Als für die Heterokonten typisch müssen jene Dauerstadien hervorgehoben werden, die im Nachfolgenden als Sporen bezeichnet werden und in sehr charakteristischer Weise entstehen. Leider kennen wir die Bildung dieser Sporen erst bei monadoiden und rhizopodialen Organisationen. Charakteristisch für diese Sporen ist der Umstand, daß sie immer endogen bzw. endoplasmatisch gebildet werden. Sie sind zweischalig

und ihre Membran ist sehr häufig verkieselt. Ihre Bildung wurde von PASCHER 1931 bei der Heterochloridale *Chloromeson* und der Myxochloridine *Myxochloris* beschrieben. *Chloromeson* ist eine etwas flach gedrückte, sehr formveränderliche bis amöboide Monade. Vor der Sporenbildung steigert sich die Amöboidie sehr (Fig. 56). Im Innern des Protoplasten wird eine zarte, überhalbkugelige Schale angelegt, durch welche das Protoplasma deutlich in ein intra- und extracystäres zerlegt wird. Es treten nun zahlreiche pulsierende Vakuolen auf. In diese endoplasmatisch gebildete Schale wandert nun der Chromatophor, Reservestoffe, Öl, Fett und Leukosin werden gespeichert. Inzwischen hat sich das extracystäre Plasma mützenförmig auf der Seite gehäuft, der die Öffnung der Schale entspricht. Nun wird auch von dieser mützenförmigen Anhäufung aus der zweite, kleinere Teil der Schale gebildet und die Sporen damit abgeschlossen. Ein großer Teil des Protoplasmas, der nicht in die Sporenschale eingeschlossen wurde, geht zugrunde.

In ähnlicher Weise erfolgt die Sporenbildung auch bei *Myxochloris* (Fig. 57), einer plasmodial in den Wasserzellen von *Sphagnum* lebenden Heterokonte. Hier werden ebenfalls zweischalige Sporen sowohl in den ausgetretenen Schwärmern oder Amöben gebildet, wie auch in den innerhalb großer vielkerniger Cysten gebildeten einkernigen Plasmaportionen. Diese einkernigen Plasmaportionen entsprechen Schwärmern oder Amöben, die aber noch vor ihrem Austritt zur Sporenbildung geschritten sind.

Die endoplasmatisch gebildeten Sporen sind entweder glatt oder skulpturiert. Die Größe der beiden Schalen kann wechseln, manchmal sind sie gleichgroß, manchmal ist der eine Teil viel kleiner und deckelartig.

Vergleicht man die Form und die Entstehungsweise dieser Sporen mit der Bildung und Form der für die Chrysophyceen charakteristischen Sporen, so findet man weitgehende Übereinstimmung. Bei den Chrysophyceen werden die Sporen auf die gleiche Weise endoplasmatisch gebildet, ebenso sind sie zweiteilig: nur ist der eine Teil der Wand hier meist sehr klein und schließt stopfenartig die fast kugelige mit einem Porus versehene Schale ab. (Vgl. auch das im Kapitel Verwandtschaft Gesagte!)

Derartige zweischalige Sporen können auch von Schwärmern, die von behäuteten Zellen bzw. Cysten abstammen, gebildet werden. Die ausgetretenen Schwärmer von *Tribonema*,

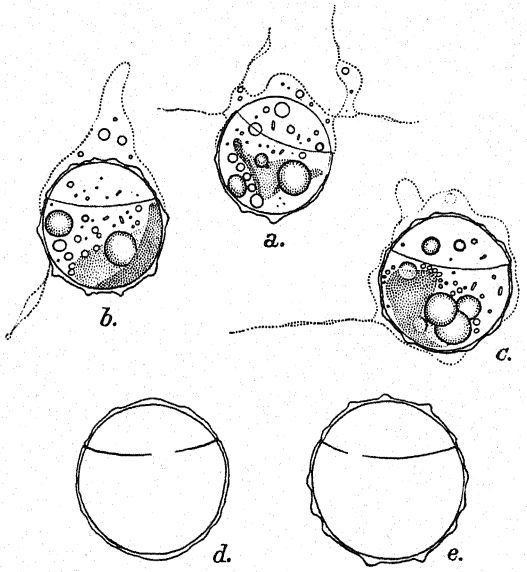


Fig. 56. Endoplasmatische Cystenbildung bei der Heterochloridale *Chloromeson:* bei *a* sitzt das extracystäre Plasma noch kappenartig und amöboid der bereits geschlossenen Spore auf. Der kleinere, deckelartige Teil der zweischaligen Membran noch sehr zart. Bei *b* und *c* die Sporen innerhalb des amöboiden Protoplasten bereits vollständig ausgebildet. Der außerhalb der bereits geschlossenen Spore verbliebene Protoplasmarest geht zugrunde, *d–e* fertige Sporen.

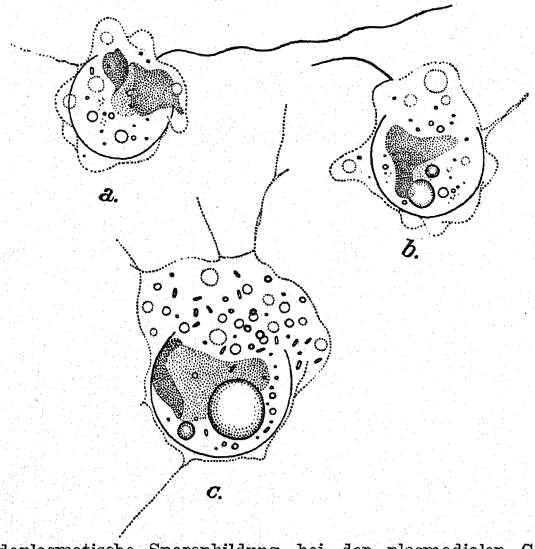


Fig. 57. Endoplasmatische Sporenbildung bei der plasmodialen Gattung *Myxochloris: a* der Protoplast einer Zoospore wird amöboid, innerhalb des Protoplasten differenziert sich zunächst der größere Teil der zweischaligen Membran, in den der größere Teil des Protoplasten samt dem Chromatophoren und Reservestoffen hineinwandert. Der größere, topfförmige Teil der Sporenmembran wird durch die nachträgliche Bildung eines Deckels abgeschlossen. Dabei bleibt nicht selten ein Teil des Protoplasten außerhalb der gebildeten Cystenwand und geht zugrunde.

aber auch von *Botrydiopsis*, *Characiopsis* und anderen behäuteten Heterokonten bilden gelegentlich solche zweischalige Sporen aus, wobei noch zu untersuchen bleibt, wieweit die ursprünglich endogene Anlage dieser Sporen an diesen ephemeren Gebilden, wie es die Schwärmer sind, festgestellt werden kann.

Der gleiche Vorgang der Bildung zweischaliger Sporen kann sich aber auch abspielen an noch nicht ausgetretenen Schwärmern, also innerhalb der Mutterzelle, wobei die Schwärmer entweder bereits vollständig ausgebildet sein können oder nur der Protoplast in einkernige Protoplasmaportionen aufgeteilt ist, die aber keine Geißeln mehr entwickeln. Es kann aber auch der Inhalt einer Zelle ohne weitere Teilung als Ganzes zur Bildung einer solchen zweischaligen Spore führen. Solche Sporen, die als Aplanosporen bezeichnet werden, sind für eine Reihe von Heterokonten bekannt, z. B.: *Schilleriella* (Fig. 58*d*), deren Sporen den Sporen von *Chloromeson* sehr ähnlich sind, *Chlorothecium*, wobei Borzi bereits die Bildung von zahlreichen zweischaligen Sporen beschrieben hat (s. Fig. 59). Gleiche zweischalige Sporen fand ich bei *Characiopsis* innerhalb großer Cysten, die aus dem Gesamtinhalt einer vegetativen Zelle gebildet wurde. Dies führt über zu den Vorgängen bei *Myxochloris*. In den großen Cysten von *Myxochloris* (Fig. 60) zerfällt der Inhalt der Zelle nach vorhergegangenen Teilungen in zahlreiche einkernige, mit Chromatophoren versehene Portionen, die aber nicht mehr als Schwärmer austreten, sondern zweischalige Sporen bilden. Bei *Pseudotetraedron* (s. Fig. 58*f*) ist die Bildung gleicher Sporen beobachtet worden. Ebenso sind die kleinen, einkernigen Sporen, die gelegentlich innerhalb der *Botrydium*-

Fig. 58. Sporen und Aplanosporen verschiedener Heterokonten: *a* Aplanospore von *Gloeochloris planctonica*, *b* Aplanosporen von *Characiopsis:* beachte die schwankenden Größenverhältnisse der beiden Membranteile, *c* keimende Aplanospore von *Characiopsis:* der Inhalt der Spore hat sich in vier Protoplasten geteilt, die sich in Schwärmer umwandeln. Bei der Keimung der Sporen werden die beiden Membranteile auseinandergetrieben, bleiben aber durch eine zarte Wand, innerhalb welcher sich die vier Schwärmer befinden, eine Zeitlang verbunden. Durch Aufreißen dieser Wand werden die Schwärmer frei; *d Schilleriella triseta:* der Inhalt der Zelle hat sich in eine mit einer zweiteiligen, verkieselten Schale umgebene Spore verwandelt, wahrscheinlich Aplanospore, *e* keimende Aplanospore von *Tribonema:* es treten zwei Schwärmer aus, beachte das Austreten der Schwärmer, mit dem Hinterende voran! *f Pseudotetraedron:* die Membran der vegetativen Zelle aus zwei Hälften gebildet, der Inhalt der Zelle hat sich in eine Spore umgewandelt, deren Membran aus zwei gleichen Teilen besteht. Durch Auseinanderklappen der Membranhälften der vegetativen Zelle wird die Spore frei; *g* endoplasmatisch gebildete Spore von *Chloromeson* (vergleiche auch Fig. 56); *h, k Chlorobotrys regularis:* eigenartige, dosenförmige Sporen mit zweischaliger Membran. Der Inhalt wandelt sich in zwei mit Membranen umgebene Autosporen um, die durch Auseinanderklappen der Sporenmembran frei werden (siehe *k*!); *i* zweischalige Cyste von *Ophiocytium*, vielleicht Aplanospore. Rechts Keimung, in diesen Cysten können entweder Schwärmer gebildet werden, oder der Cysteninhalt behäutet sich zart, streckt sich und treibt die beiden Membranhälften der Cyste durch sein Längenwachstum auseinander. Nicht selten sitzt der jungen *Ophiocytium*-Zelle noch eine halbe Sporenhaut auf (*h*, *k* nach Luther, das andere Original).

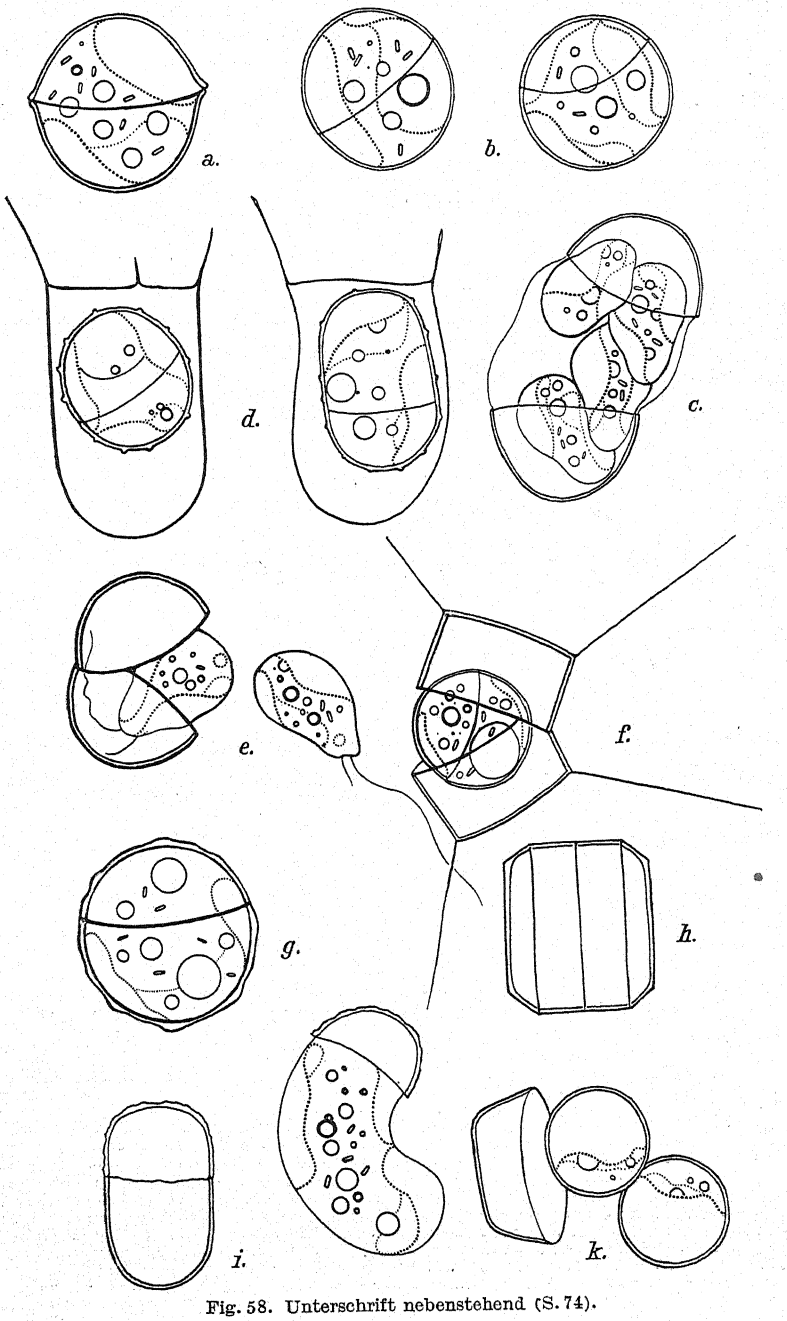


Fig. 58. Unterschrift nebenstehend (S. 74).

zellen auftreten, ebenfalls als Aplanosporen aufzufassen. Hierher sind wahrscheinlich auch zu stellen die innerhalb der sonst unveränderten Zellen des fädigen *Tribonema* (s. Fig. 61) zu mehreren hintereinander gebildeten Sporen, die mehr oder weniger kugelig, zweiteilige Membranen haben und die durch Auseinanderweichen der H-Stücke der Zellen frei werden. In seltenen Fällen wird in *Tribonema*-Fäden (s. Fig. 62, 63 links unten Mitte) nur eine solche Aplanospore gebildet. Da ich gelegentlich neben diesen Sporen innerhalb der *Tribonema*-mutterzellen unverbrauchte Plasmareste beobachten konnte, so dürfte an einem Teil dieser Sporen die endoplasmatische Anlage der Wand ebenfalls festzustellen sein.

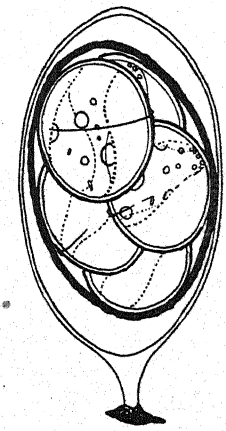


Fig 59.

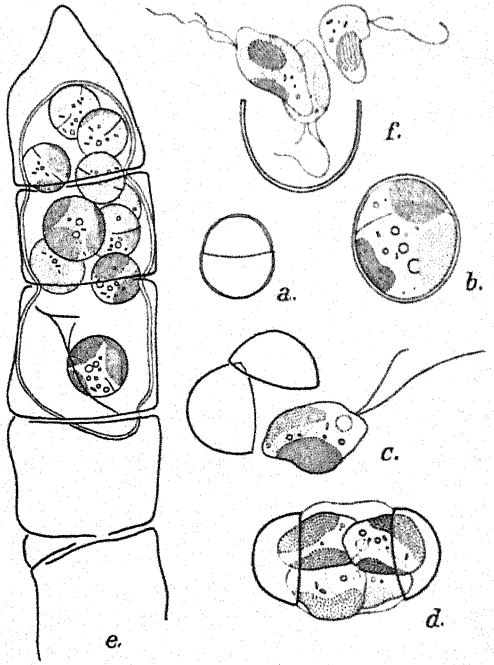


Fig. 60.

Fig. 59. *Characiopsis:* der ganze Inhalt der Zelle hat sich zusammengezogen und mit einer derben, hier schwarz ausgeführten Membran umgeben. Der Inhalt dieser großen Cyste hat sich in acht Teile aufgeteilt, die aber nicht als Schwärmer aus der großen Cyste austreten, sondern sich innerhalb der großen Cyste in Aplanosporen umwandeln, deren Membran zweischalig ist. In den meisten Fällen erfolgt bei *Characiopsis* die Aplanosporenbildung direkt aus den zerteilten Protoplasten der vegetativen Zelle. Umriß der *Characiopsis*-zelle zu regelmäßig gezeichnet.

Fig. 60. Endoplasmatische Sporenbildung bei *Myxochloris: e* Wasserzelle von *Sphagnum*, in dieser Wasserzelle eine große, derbwandige Cyste, deren Inhalt auf endoplasmatisch gebildete (s. Fig. 57) Sporen mit zweischaliger Membran aufgeteilt wurde. Die große Cyste erfüllt mit solchen Sporen, die durch einen Riß in der Cyste frei werden; *a, b* solche frei gewordene Sporen, beachte die ungleiche Größe!; *c, d, f* Keimung der Sporen: bei der Keimung wird der Inhalt in zwei oder vier Schwärmer umgewandelt, die zwei Schalen der Sporenwand werden auseinander getrieben und eine Zeitlang noch durch eine zarte Membran zusammengehalten. Durch Zerreißen dieser zarten Membran werden die Schwärmer frei (*f*), gelegentlich wird nur ein Schwärmer gebildet.

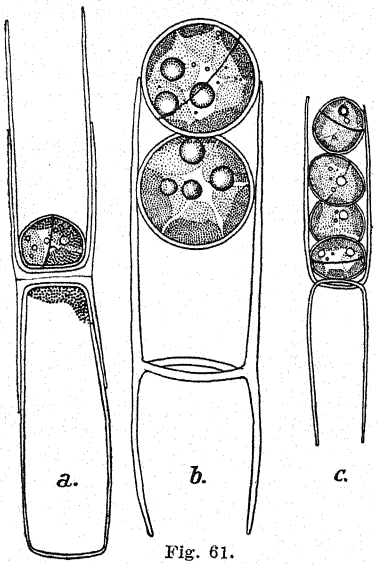


Fig. 61.

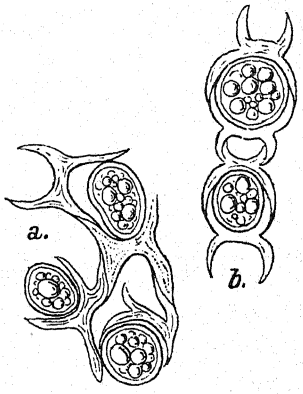


Fig. 62.

Fig. 61. Aplanosporen bei *Tribonema:* der Inhalt einer *Tribonema*-Zelle wird in zwei oder vier einkernige Teilprotoplasten zerteilt, die aber in diesem Falle nicht als Schwärmer austreten, sondern sich in kleine, derbwandige Sporen mit zweiteiliger Membran umwandeln. Die Sporen werden dadurch frei, daß die Membran des Fadens in die bekannten H-Stücke zerfällt. Gelegentlich wandelt sich der Inhalt einer solchen Tribonemazelle nur in eine einzige Aplanospore um.

Fig. 62. *Tribonema: a, b* der Inhalt jeder *Tribonema*-Zelle hat sich mit einer derben Haut umgeben und ist in eine derbwandige Spore umgewandelt. Die Membran dieser Spore ist zweiteilig. Gleichzeitig haben sich auch die Membranen der vegetativen Zellen stark verdickt (s. die x-förmigen, stark verdickten H-Stücke, welche den Sporen anliegen); *d* Keimung einer solchen Spore unter Abstoßen der kleinen, deckelartigen Membranhälfte. Bei der Keimung tritt der Inhalt mit oder ohne Teilung als ein oder zwei Schwärmer aus. Deutung der Sporen unsicher (nach GAY).

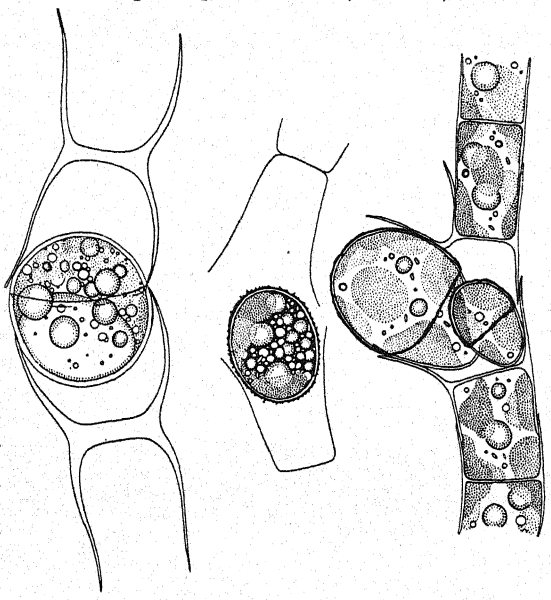


Fig. 63. Sporenbildung bei fadenförmigen Heterokonten: links *Tribonema,* der Inhalt einer Zelle hat sich mit einer zweischaligen Membran umgeben und ist in eine derbwandige Spore umgewandelt. Membranhälften der Spore ungleich. Durch Zerfall des Fadens in die H-Stücke, die hier im Gegensatz zu Fig. 62 unverdickt geblieben sind, wird die Aplanospore frei. In der Mitte das gleiche von *Heterothrix.* Rechts: *Tribonema:* die Zelle des Fadens hat sich statt quer in die Länge geteilt; die beiden sehr ungleichen Protoplasten haben sich unter Aufreißen der dazugehörigen H-Stücke in zwei sehr ungleiche, mit zweiteiligen Membranen versehene Aplanosporen umgewandelt.

Alle diese Sporen, ob direkt aus Schwärmern gebildet oder als Aplanosporen innerhalb behäuteter Zellen entstanden, verhalten sich bei der Keimung gleich: der Inhalt tritt entweder ungeteilt oder geteilt in der Form von ein oder zwei, auch mehr Schwärmern, seltener in der Form von Amöben aus.

Ein Umstand muß hier ausdrücklich beschrieben werden: Aus Schwärmern, die aus behäuteten Zellen austreten, werden gelegentlich nur sehr dünnwandige, kugelige Zellen mit zweischaliger Membran gebildet, manchmal auch mit einteiliger Membran (vielleicht Hemmungsstadien der Keimung der Schwärmer). Kaum gebildet, reißt aber die zarte, eben sichtbare Membran dieser Sporen und ihr Inhalt tritt neuerdings als Schwärmer oder Amöbe aus. Dieser Vorgang kann sich wiederholen. Ich konnte diese Tatsache bei einer Reihe von Heterokonten (*Botrydiopsis*, *Tribonema*, *Perone*, *Bumilleria* u.a.) beobachten: er erinnert lebhaft an das Verhalten der diplanetischen Sporen der Saprolegniaceen.

Nicht diesen endogen gebildeten Sporen aber, die bis jetzt besprochen sind, sind gleichzusetzen jene Bildungen von derbwandigen, cystenartigen Sporen, die ebenfalls innerhalb behäuteter Zellen dadurch entstehen, daß sich der Protoplast einer behäuteten Zelle als Ganzes zusammenzieht und mit einer derben, oft mehrschichtigen Haut umgibt, die nicht von vornherein zweiteilig angelegt wird. Der Vorgang kann auch mit Teilung des Protoplasten verbunden sein, so daß dann innerhalb einer Mutterzelle mehrere solche Cysten hintereinander liegen. Das kann bei *Centritractus* der Fall sein (siehe Fig. 64*c*), auch bei *Ophiocytium* und *Sciadium*, bei denen mehrere solche Cysten dann hintereinander innerhalb der gestreckten Zelle liegen. Bei *Tribonema* und *Heteropedia* finden sich solche Cysten zu zwei oder auch in der Einzahl innerhalb normaler vegetativer Zellen (Fig. 65, 64*A*). Bei der Keimung reißt die Membran in zwei Teile auseinander, wobei der Inhalt meist unter Unterschlagung des Schwärmer- oder Amöbenstadiums sich streckt und mit einer zarten Haut umgibt, bzw. es wird dabei die innere zarte Schicht der Cyste als Membran für den Keimling verwendet. Diese Cysten können dabei ein- oder mehrkernig sein, je nachdem, ob die Mutterzelle ein- oder mehrkernig war. In der Ein- oder Mehrzahl wurden solche Cysten gesehen bei *Tribonema* (Fig. 65); ferner bei *Characiopsis* (Fig. 66), doch auch bei *Chlorobotrys* u. a.

Diese innerhalb der behäuteten Zellen entstandenen Cysten sind aber in allen Übergängen verbunden mit jenen großen,

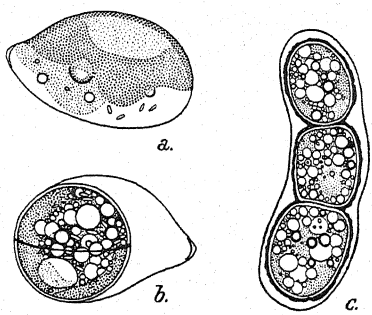


Fig. 64.

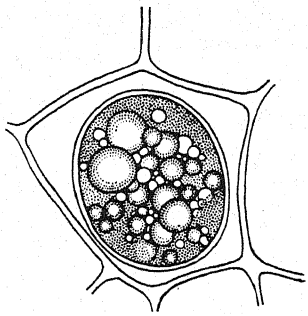
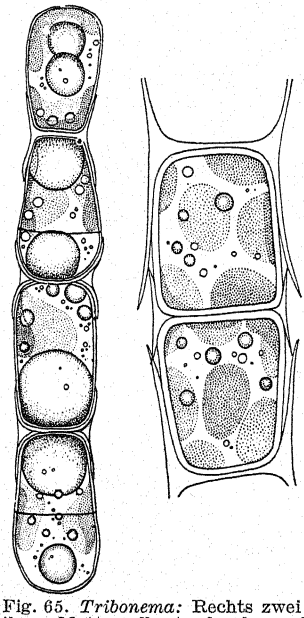


Fig. 64 *A*.

Fig. 64. *a*, *b* *Monodus pyreniger:* *a* vegetative Zelle, *b* der Inhalt der Zelle hat sich zusammengezogen, mit einer derben zweischaligen Membran umgeben und in eine Spore umgewandelt; *c* *Centritractus:* der Inhalt der Zelle hat sich einmal geteilt, der eine Teilprotoplast dann noch ein zweitesmal. Die auf diese Weise entstandenen drei Teilprotoplasten haben sich innerhalb der Mutterzelle mit einer derbwandigen Membran umgeben. Diese derbe Membran läßt eine Zusammensetzung aus zwei Stücken zunächst nicht erkennen. Erst bei der Keimung wird die Membran in zwei ungleiche Halbstücke zersprengt.

Fig. 64*A*. *Heteropedia simplex:* Eine Zelle aus dem nematoparenchymatischen Lager der Alge. Vergleiche dazu Fig. 53 (Alge im vegetativen Zustand). Der Inhalt der Zelle hat sich zusammengezogen und mit einer derben Membran umgeben.



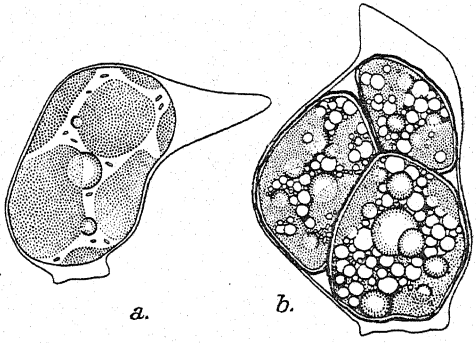


Fig. 66. *Characiopsis crassirostrum:* *a* mit breiten, kurzen Füßchen festsitzende einzellige Heterokonte, deren Membran im oberen Teil sehr stark und schnabelartig verdickt ist; *b* der Inhalt einer Zelle in vier derbwandige, wahrscheinlich mehrkernige Akineten zerteilt. Bei der Entleerung der Akineten bleiben nicht selten die zwei oder vier Akineten festverbunden. Aus den Akineten treten mehrere Schwärmer aus, die dann zum einzelligen Organismus auskeimen.

Fig. 65. *Tribonema:* Rechts zwei Schwesterzellen haben sich knapp nach der Teilung ihrer Mutterzelle (s. das kurze H-Stück zwischen ihnen) mit einer derben, einheitlichen Membran umgeben. Die H-Stücke der vegetativen Zelle sind an der Wandbildung dieser länglichen Cyste nicht beteiligt. Links: das gleiche, nur sind die hier gebildeten Sporen in die Länge gewachsen, haben die H-Stücke der vegetativen Zellen auseinander gedrängt, wie auch ihre Membran aus zwei Halbstücken besteht (Gegensatz zur linken Figur). Die Querfuge zwischen den beiden Membranhälften der Sporen nur an zwei Sporen eingezeichnet.

zu mehreren ausgebildeten Cysten, wie sie in den oft stark vergrößerten Zellen mancher Heterococcalen oder in den Riesenzellen von *Tribonema* (Fig. 67) oder in den großen Plasmodialcysten von *Myxochrysis* (s. Fig. 16 *b*) zu sehen sind. Es wurde

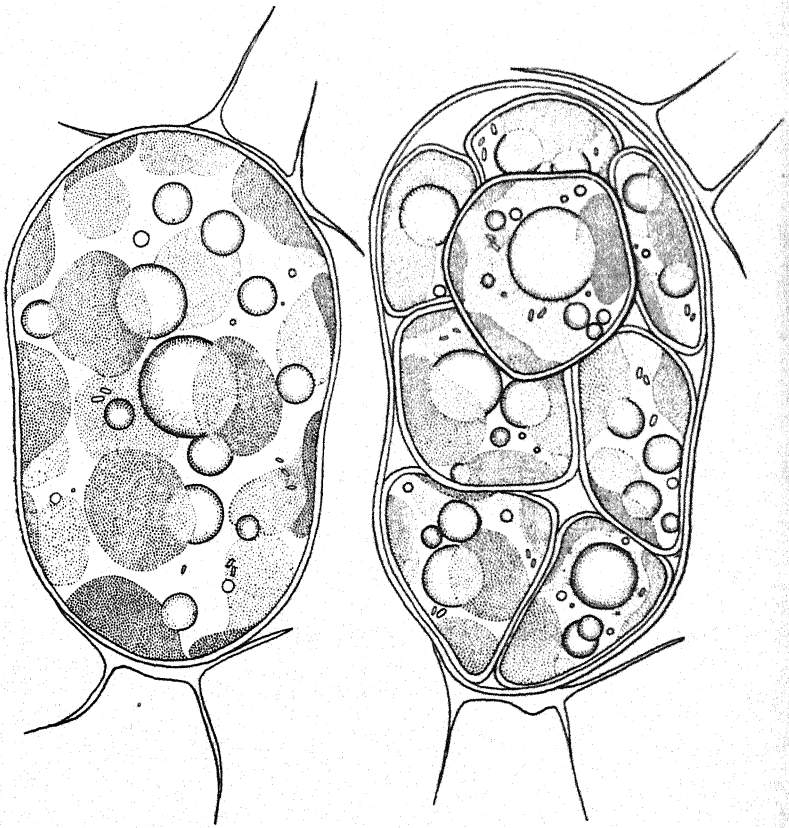


Fig. 67. *Tribonema:* eine vegetative Zelle des Fadens hat sich sehr stark vergrößert, ist wahrscheinlich vielkernig geworden. Schließlich umgibt sich ihr Inhalt mit einer sehr derben Membran und wird zur Riesencyste. Das Verhalten dieser Riesencysten kann sehr verschieden sein, entweder tritt der Inhalt in Form von zahlreichen, einkernigen Schwärmern aus oder aber es bilden sich innerhalb der Protoplasten, die sonst zu Schwärmern geworden sind, Sporen oder aber der Inhalt einer solchen Riesencyste (s. Figur rechts) zerfällt in mehrere, vielkernige Protoplasmaportionen, die sich innerhalb der vergrößerten Riesencyste mit je einer sehr derben Membran umgeben. Aus diesen Teilcysten treten bei der Keimung wieder Schwärmer aus.

bereits wiederholt erwähnt, daß einzelne Heterococcalen ein lang andauerndes Wachstum besitzen, vielkernig werden und oft außerordentliche Größe erreichen. Bei *Excentrochloris* (s. syst. Teil) zerfällt der Inhalt der Zelle in einige große, sich gegenseitig abplattende, derbwandige Cysten, deren Membran in keiner Weise zweiteiligen Charakter verrät.

Das gleiche ist der Fall, wie ich später bemerkt habe, bei der auf *Sphagnum* epiphytisch lebenden Alge *Perone*. Hier schließen sich an die mehrkernigen Sporen, die aus den in vielkernige Plasmateile zerlegten Protoplasten gebildet werden und dann traubenförmig um den zentralen Saftraum lagern (siehe *Botrydium*). Wie bereits ausgeführt wurde, können einige fädige Heterokonten (*Tribonema*, *Heterothrix*, *Bumilleria*) gelegentlich sehr große, vielkernige Zellen ausbilden, die das Vielfache des Volumens der Fadenzellen haben. Sie sind nicht mehr zylindrisch, sondern ellipsoidisch, in einzelnen Fällen (s. Fig. 22) mit einer zarten Membran und Gallertschichte umgeben; sie können sich aber auch (s. Fig. 67*a*) durch Ausbildung einer derben Membran in riesige, vielkernige Cysten umwandeln. Oft ist die Membran mehrschichtig. Kleinere solcher großen Cysten können sich auch aus einzelnen Zellen palmelloider Stadien dieser Fadenalgen entwickeln. Diese Riesencysten entsprechen völlig den großen Plasmodialcysten von *Myxochloris* (s. Fig. 16*b*, *c*).

Hier kann sich das vielkernige Plasmodium entweder innerhalb oder außerhalb der *Sphagnum*-Zellen mit einer derben, mehrschichtigen Membran umgeben: das Plasmodium wandelt sich in eine vielkernige, große Cyste um. Innerhalb dieser großen Cysten kann nun der vielkernige Protoplast wieder in mehrere vielkernige Portionen aufgeteilt werden, die sich innerhalb der großen Cyste von neuem encystieren. Das gleiche ist bei den erwähnten Riesencysten der Fadenalgen (Fig. 67 rechts) der Fall. Diese kleineren Cysten werden durch Zerbrechen der Wand der größeren Cyste frei und keimen dadurch aus, daß ihr Inhalt in einkernige Portionen aufgeteilt wird, die zu Schwärmern oder Amöben werden und austreten, oder daß bei *Myxochloris* der ganze Inhalt als kleines, vielkerniges Plasmodium austritt.

Mit diesen Riesencysten von *Tribonema* und *Myxochloris* stimmen nun eine weitere Reihe von Cystenbildungen der Heterokonten in dem Punkte überein, daß sie ebenfalls wie diese Riesencysten von *Myxochloris* und *Tribonema* nicht innerhalb behäuteter Stadien, sondern dadurch entstehen, daß die behäutete Zelle als solche unter Einbeziehung ihrer Zellhaut zur Cyste umgewandelt wird Am klarsten sind diese Fälle bei *Tribonema* oder *Heterothrix*: bei *Tribonema* (s. Fig. 68) verstärken sich die beiden Wandteile einer vegetativen Zelle sehr

stark, sie werden oft mehrschichtig, verfärben sich und bilden auf diese Weise eine derbe, ölreiche Akinete, welche sich durch Auseinanderlösen der H-Stücke der nicht zu Sporen gewordenen Zellen aus dem Verband des Fadens lösen. Nicht selten werden bei diesem Vorgange diese zu Sporen gewordenen vegetativen Zellen kugelig oder ellipsoidisch aufgetrieben; meistens werden auch diese „Akineten" nicht einzeln, sondern zu mehreren

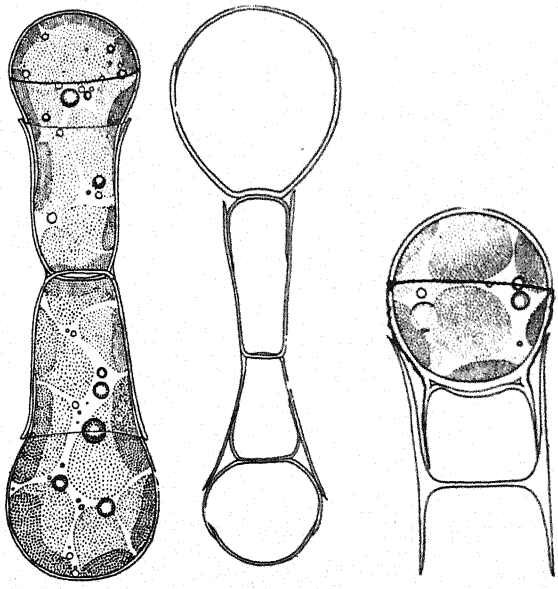


Fig. 68. *Tribonema:* Links und in der Mitte: Sporenbildung in der Form, daß vegetative Zellen angelegt wurden (vgl. die Aufeinanderfolge der H-Stücke), die aber nicht wie andere vegetative Zellen in die Länge wuchsen, sondern zu mehr oder weniger ellipsoidischen bis kugeligen Cysten wurden, deren Wand aus den ursprünglichen H-Stücken gebildet ist. Rechts dasselbe. Membran etwas zu dünn gezeichnet.

hintereinander gebildet, so daß fadenförmige Akinetenverbände entstehen. Ausdrücklich bemerkt sei hierbei folgender Umstand: Wie ab S. 59 auseinander gesetzt wurde, können sich *Tribonema*- oder *Heterothrix*-Zellen anormaler Weise verzweigen dadurch, daß ausnahmsweise Längsteilungen in den Protoplasten auftreten, beide Teilprotoplasten sich neu behäuten und zu Zweigen auswachsen. Nicht selten zeigt dabei ein Teil der Zweige nur beschränktes Teilungsvermögen. Während ein oder zwei Zweige durch Teilung in die Länge wachsen, stellt der eine oder der andere Zweig dieses Längenwachstum durch Teilung ein und wandelt die Zellen (s. Fig. 48, 49) in kugelige, oft stark aufgetriebene Akineten mit zweischaliger Membran

um, deren letzte dann förmlich kopfartig dem Faden aufsitzt (s. Fig. 49, 63 rechts). Diese jetzt behandelten Umwandlungen von vegetativen Zellen zu Akineten sind dadurch charakterisiert, daß ihre Membran deutlich zweiteilig bleibt. Diese Zweiteiligkeit fällt oft dadurch besonders auf, daß die eine Hälfte der Wand manchmal bedeutend derber und intensiver braun gefärbt ist als die andere. Diese Akineten sind ausgesprochene Dauersporen, reich an Öl und überwintern in großen Mengen, genau so wie die oben behandelten Aplanosporen. Bei der Keimung tritt der Inhalt mit oder ohne Teilung als Schwärmer, seltener als Amöbe aus, in anderen Fällen aber keimt diese Akinete direkt, die beiden Membranhälften weichen dadurch auseinander, daß sich der bereits zart behäutete Inhalt der Akinete streckt und einen einzelligen Keimling bildet, der sich bald zu einem Faden weiter teilt.

Neben diesen Akineten, welche durch Umwandlung vegetativer Zellen entstehen, gibt es noch einen anderen Typus von Akineten, bei dem die vegetativen Zellen auf eine noch nicht studierte Weise derbe, mehrschichtige Membranen bekommen (s. Fig. 69), die eine Zusammensetzung aus zwei Teilen nicht mehr erkennen lassen. Diese Umwandlung kann einzelne Zellen des Fadens betreffen (Fig. 70), sie kann sich aber über ein ganzes Fadenstück (s. Fig. 71) erstrecken. So entstehen ein- bis vielgliedrige sehr derbe, oft tiefbraune Sporenverbände, die ihre Herkunft aus gegliederten *Bumilleria*- oder *Tribonema*-Fäden in keiner Weise mehr erkennen lassen und deren Zugehörigkeit erst nach ihrer Keimung und ihrer Weiterentwicklung erkannt werden kann (s. Fig. 70). Solche derbwandige Akinetenreihen sind bereits mehrfach gesehen worden und abgebildet (Gay, Borzi, Klebs). Bemerkt sei, daß diese Formen von Dauerstadien besonders häufig auftreten bei den aerophilen Heterotrichalen-Arten (*Heterococcus*, *Bumilleria*, *Heteropedia*, einzelnen *Heterothrix*-Arten).

Der Vorgang der Encystierung, die Bildung der derben Membran kann sich sowohl bei den Akineten mit zweiteiliger Membran wie auch bei den derben Akineten mit nicht zweiteiliger Membran, aber auch bei den endogen gebildeten, derben Cysten sowie bei den Riesencysten der Heterotrichales wiederholen. Der Inhalt dieser Dauerstadien zieht sich, nachdem die erste Membran gebildet ist, zusammen, um neuerdings eine Membran zu bilden, die dann oft deutlich von der erst gebildeten Mem-

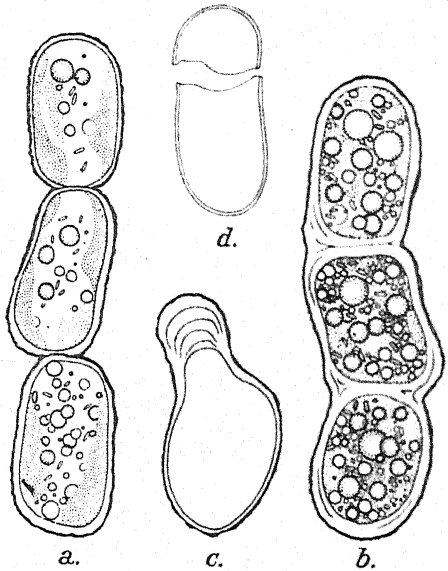


Fig. 69.

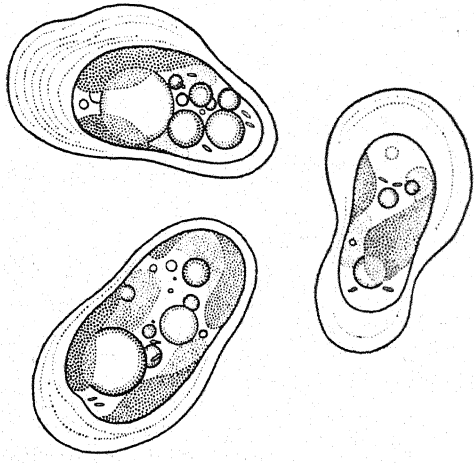


Fig. 70.

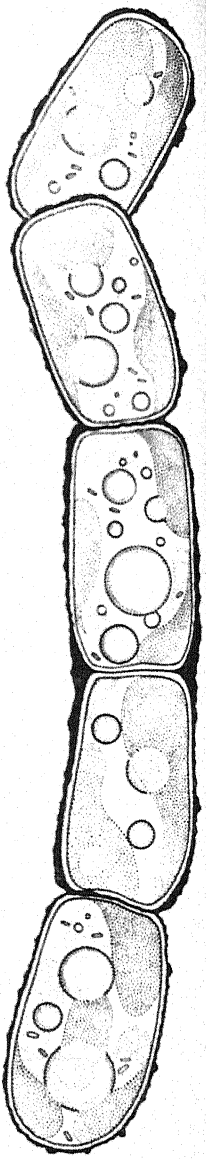


Fig. 71.

Fig. 69. *Heterothrix:* Bildung von Akineten. Die Membran der vegetativen Zellen verstärkt sich sehr stark entweder gesondert an jeder Einzelzelle oder über mehrere Zellen des Fadens hinweg. Im ersten Falle (*a*) zerfällt der Faden in mehrere derbwandige Akineten, im zweiten Falle (*b*) bleiben die Akineten unregelmäßig miteinander verbunden. Die Membran dieser Akineten kann oft sehr ungleichmäßig, manchmal warzenartig (*c*) verdickt sein. Bei der Keimung wird die Membran etwas unregelmäßig in zwei Teile zersprengt (*d*).

Fig. 70. Isolierte Akineten von *Bumilleria:* beachte die ungleichmäßige Verdickung der Membran!

Fig. 71. *Bumilleria:* Akinetenbildung, am oberen Ende lösen sich die Akineten aus dem Verbande, in der Mitte zwei Akineten zu einem Akinetenfaden verbunden.

bran absteht (s. Fig. 72). Dieser Vorgang kann sich wiederholen, und es können dann vielfach geschichtete Cysten auftreten, bei denen die einzelnen Schichten den different und sukzessive gebildeten Membranfolgen entsprechen. Bei diesen Vorgängen werden oft die erst gebildeten Membranen gesprengt und die endgültige Spore liegt dann innerhalb eines oder mehre-

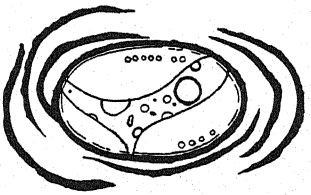


Fig. 72. *Characiopsis:* der Inhalt der vegetativen Zelle hat sich in eine ziemlich große, derbwandige Cyste, deren Membran aus zwei Schalen besteht, umgewandelt. Die Membranbildung wurde wiederholt, wobei jedesmal die beiden älteren Membranhälften abgestoßen wurden. Dadurch, daß die Membranhälften etwas aneinander kleben, ist schließlich die definitive Cyste von Paaren abgestoßener Membranhälften umgeben.

rer kappenartig abstehender Membranstücke und oft noch innerhalb einer oder mehrerer geschlossener Membranen. Solche Stadien sind oft sehr schwer deutbar.

Neben diesen hier besprochenen Cysten und Akineten gibt es aber bei den verschiedenen Heterokonten noch andere Dauerstadien, welche dem hier gegebenen Schema nicht einzufügen sind und deren Entwicklungsgeschichte sehr unklar ist. So treten innerhalb der marinen Planktonalge *Halosphaera* in den kugeligen Zellen kleinere kugelige oder größere, mehr ellipsoidische Sporen auf, die in manchen Fällen deutlich zweischalig zusammengesetzte Membranen haben. Diese Sporen können nicht ohne weiteres als Aplanosporen gedeutet werden, weil die Schwärmer von *Halosphaera* viel kleiner sind als diese Aplanosporen. Ebenso kann sich bei *Halosphaera* wie auch bei *Botrydiopsis* (hier allerdings nur sehr selten) der Inhalt unter Abscheidung einer derben, meist zweischaligen Membran zusammenziehen und zu einer Spore werden, die sich ebenfalls keiner der hier geschilderten Sporentypen anschließen läßt. Da wir aber über die Entwicklungsgeschichte dieser beiden Algen sehr wenig unterrichtet sind — wir wissen nicht einmal, ob sie im Alter vielkernig sind —, werden eingehendere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen auch diese Sporenbildung klären müssen.

Ebenso lassen sich den bisher genannten Typen von Dauerstadien nicht ohne weiteres alle für *Botrydium* bekannten Cysten einfügen. Besonders Miller hat sich 1927 mit den

komplizierten Verhältnissen der Sporenbildung beschäftigt. Trotz seinen schönen Untersuchungen ist es zu keiner vollständigen Klärung gekommen. Es kann sich bei *Botrydium* der Inhalt der Zelle unter ungünstigen, äußeren Verhältnissen

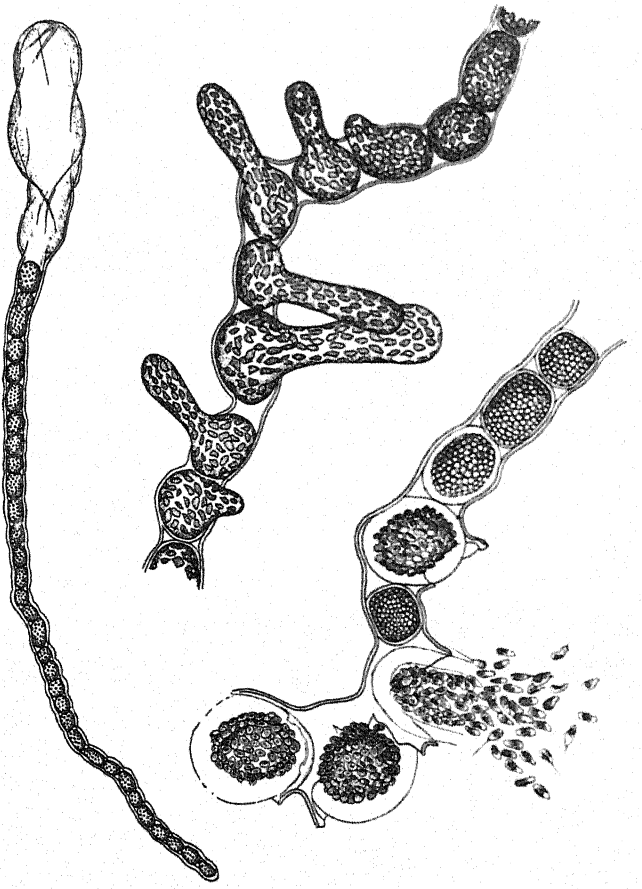


Fig. 73. *Botrydium:* Der Inhalt der vielkernigen Zelle hat sich in die Rhizoiden zurückgezogen und dort in reihenförmig angeordnete, derbwandige Cysten umgewandelt (linke Figur). Diese Cysten können entweder wieder direkt zu vielkernigen Zellen auskeimen (rechts oben) oder ihr Inhalt wird in viele Schwärmer aufgeteilt, die dann aus den Cysten austreten (nach WORONIN-ROSTAFINSKI).

in die Rhizoiden, die in die Erde eindringen, zurückziehen und hier in mehrkernige Portionen zerfallen, die sich mit derben Membranen umgeben (Fig. 55 und 73). Diese Sporen werden deshalb, weil sie (meist reihenweise) in den Rhizoiden liegen, als Rhizocysten bezeichnet, haben keine bestimmte Form und verhalten sich auch bei ihrer Keimung nicht ganz

gleich. Der oberirdische Teil des Organismus geht zugrunde, das Überdauern kann durch diese Rhizocysten vermittelt werden. Bemerkt sei, daß bei einzelnen *Botrydium*-Arten diese Rhizocysten die einzige Form der Dauerstadien zu sein scheinen. Bei *Botrydium tuberosum* (Fig. 74 links)

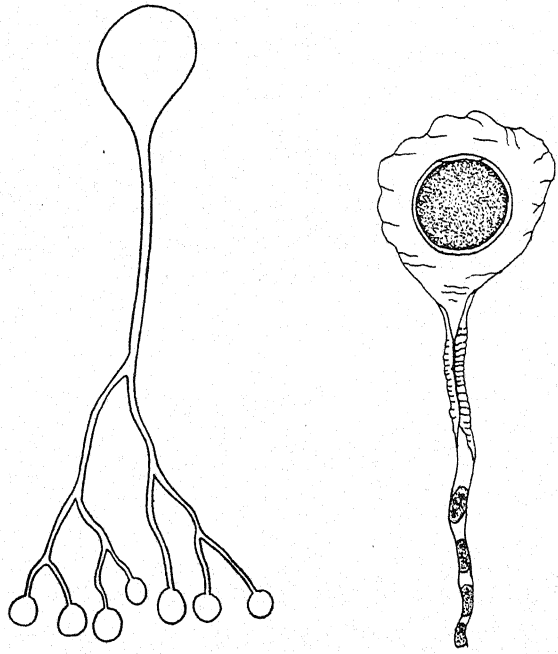


Fig. 74. *Botrydium:* Links Bildung von Rhizocysten; der vielkernige Inhalt der Zelle hat sich in die Rhizoiden zurückgezogen, die Enden der Rhizoiden werden dadurch knöllchenartig erweitert und wandeln sich (unter Einbeziehung der Mutterzellhaut) in derbwandige Sporen um. Rechts: der Inhalt einer vegetativen Zelle hat sich in dem oberirdischen Kopfteil zusammengezogen und in eine einzige, sehr derbwandige Megacyste umgewandelt. (Gewisse Analogie zu den Riesencysten von *Myxochloris* evtl. auch *Tribonema*) (nach MILLER.)

wandert der aufgeteilte Inhalt der Zelle in die aufgetriebenen Enden der Rhizoide. Hier bilden sich Akineten, die auch von der Rhizoidmembran mitumgeben werden. Daneben treten aber auch Macrocysten auf, bei denen sich der vielkernige Protoplast einer *Botrydium*blase durch Bildung einer derben, geschlossenen Membran in eine große, derbe Cyste umwandelt (Fig. 74 rechts) (MILLER 1927). Diese Macrocysten haben viel Gemeinsames mit den Riesencysten von *Myxochloris* evtl. auch *Tribonema*. Solche großen Cysten können nicht ohne weiteres den bisher besprochenen Cystentypen einverleibt werden. Eine gewisse Analogie ergeben die in der

Einzahl gebildeten großen Sporen von *Halosphaera*, diese besitzen aber keine zweiteilige Membran. Daneben kann der vielkernige, plasmatische Inhalt einer *Botrydium*zelle in mehrere Portionen aufgeteilt werden, so daß mehrere Cysten in der

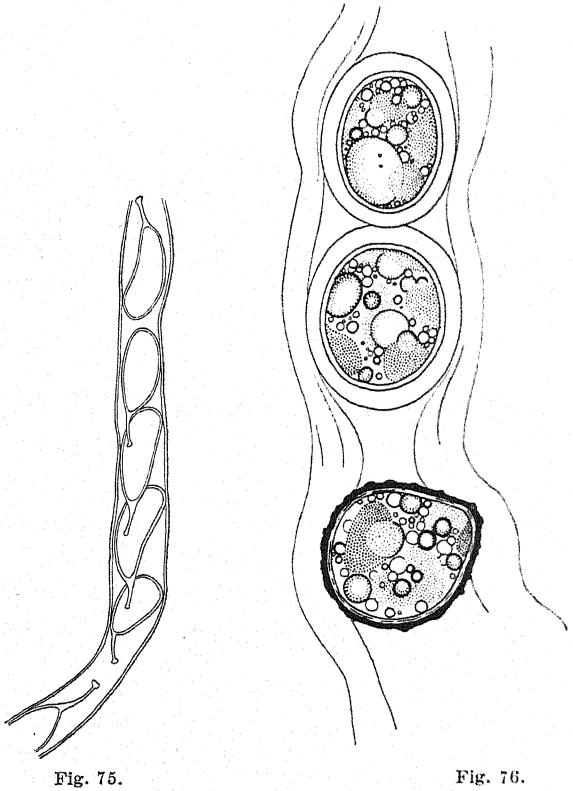


Fig. 75. Fig. 76.

Fig. 75. *Ophiocytium:* Sporen, die gewissermaßen junge, in der Mutterzelle steckengebliebene und derb behäutete Keimlinge darstellen, die nicht weiter wachsen, sondern sich in Sporen umgewandelt haben. Sie werden auch wie die Sporen entleert und bilden selber wieder Schwärmer aus (nach PRINTZ).

Fig. 76. *Tribonema:* Stück eines Fadens, dessen untere Zelle sich in eine derbe Cyste umgewandelt hat, während die oberen Zellen von geschichteter derber Gallerte umgeben sind. Durch Verquellung der Membran ist der Charakter der H-Stücke vollständig verlorengegangen. Beispiel für das individuelle Verhalten der Zellen eines Fadens.

oberirdischen Blase gebildet werden. Ihre Größe und Zahl hängt von der Größe und dem Alter der *Botrydium*zellen ab, ebenso schwankt ihre Form. Innerhalb einer *Botrydium*blase sind sie oft hohlkugelartig um den zentralen Saftraum angeordnet. MILLER nennt diesen Typus Sporocysten (s. system. Teil). Da diese Sporocysten sich manchmal nur in sehr geringer

Anzahl bilden, so sind sie gewissermaßen durch Übergänge mit den Makrocysten verbunden, die eigentlich dann nichts anderes darstellen als eine innerhalb einer *Botrydium*zelle in der Einzahl gebildete Sporocyste.

Im übrigen bedarf gerade die Cystenbildung der Heterokonten eines eingehenden vergleichenden Studiums, das aber wieder eine viel eingehendere Kenntnis der Gattungen und Arten der Heterokonten voraussetzt, als wir sie derzeit haben.

Bei gewissen Heterococcalen können Sporenformen auftreten, die gewissermaßen jungen Keimlingen entsprechen, die noch innerhalb der Mutterzelle gebildet wurden, in ihrer Entwicklung aber stecken blieben und in Sporen umgewandelt wurden. Sie stellen Hemmungsbildungen in der Entwicklung der Einzelzelle aus Schwärmern dar. Das ist besonders schön bei *Ophiocytium* zu sehen (Fig. 75). Die zu Sporen gewordenen Zellen liegen reihenweise innerhalb der *Ophiocytium*-Zelle und sehen, bis auf die Färbung völlig wie kleine Ophiocytien aus. Sie werden aber wie die derbwandigen Sporen aus den Zellen entleert, wachsen nicht direkt weiter, sondern entleeren bei ihrer Keimung kleine Schwärmer, die sich manchmal an der Mündung der entleerten sporenartigen Zelle mit Stielchen festsetzen oder aber weiter entfernen und zu isolierten *Ophiocytium*-zellen heranwachsen.

Es ist nach unseren jetzigen Kenntnissen nicht möglich, die verschiedenen Formen der Dauerstadien bei den Heterokonten in ein übersichtliches System zu bringen. Es darf nicht vergessen werden, daß Dauerstadien zunächst vielfach Hemmungsbildungen sind, die sich natürlich in den verschiedensten Punkten der Individualentwicklung ausbilden und die in sehr verschiedener Weise zu Dauerstadien werden können.

II. Allgemeine Morphologie der Heterokontenzelle.

1. Plasma und Kern.

Über Plasma und Kern sind wir bei den Heterokonten sehr wenig unterrichtet. Schon bei oberflächlicher Beobachtung fällt speziell an den nackten, monadoiden oder rhizopodialen Ausbildungen, sei es, daß sie nur vorübergehend gebildet werden, sei es, daß sie die charakteristische Lebensform darstellen, die ungemeine Klarheit des Plasmas auf. Es erscheint völlig durchsichtig, dabei glashell und zeigt fast keine Struk-

turen, auch nicht im zentralen Teil, abgesehen von jenen, die durch die Einlagerung verschiedener Stoffe bewirkt werden. Dieses glashelle Plasma ist ungemein charakteristisch und fällt besonders dann auf, wenn sich derartige nackte Heterokonten-Formen neben nackten Ausbildungen anderer Algen befinden.

Nur noch bei zwei Algenreihen findet sich dieses klare, glashelle Plasma: bei den Chrysophyceen und den Diatomeen, und es ist bemerkenswert, daß Chrysophyceen, Heterokonten und Diatomeen auch noch andere Merkmale gemeinsam haben.

Dieses klare Plasma ist auch bei behäuteten Zellen meist sehr deutlich zu erkennen. Auch in kleineren Zellen ist die Bewegung des Plasmas zu sehen und bei *Botrydium* ist die strömende Bewegung des Plasmas besonders in den Rhizoiden sehr auffallend.

Es macht den Eindruck, als ob Konsistenz, Viskosität und im Verein damit auch die Oberflächenspannung des Plasmas von Heterokonten und Chrysophyceen (und vielleicht auch der Diatomeen) andere wären als bei anderen Algen. Ich möchte förmlich von einer größeren Fließbarkeit dieses Plasmas sprechen, die wieder auffällt, wenn man Protoplasten anderer Algenreihen zum Vergleich daneben hat. Vielleicht hängt auch damit die bei den Chrysophyceen und Heterokonten so große und verbreitete Neigung zur Bildung amöboider bzw. rhizopodialer Formen zusammen.

Der Kern ist an den lebenden Zellen im Protoplasma meist nicht oder nur sehr schwer zu erkennen. Nur bei nicht näher definierbaren Zuständen des Plasmas tritt er gelegentlich deutlicher hervor. Meist ist er relativ klein, doch kommen sicher während des Individuallebens der betreffenden Zelle deutliche Schwankungen in der Kerngröße vor. Sowohl in nackten wie auch in behäuteten Zellen kann er in der Einzahl wie auch in der Mehr- bis Vielzahl vorhanden sein, wobei das ein- oder vielkernige Stadium charakteristisch ist. Vielkernige Stadienausbildungen sehen wir bei den plasmodialen Organisationen wie *Myxochloris*, oder bei der behäuteten Heterosiphonalen *Botrydium*.

Es gibt aber vereinzelte einzellige Formen, die bei lange dauerndem vegetativen Wachstum schließlich, oft unter korrespondierender Veränderung oder Vermehrung des Chromatophorenapparates, im Alter mehrkernig werden (*Characiopsis*). Dieses Größenwachstum der Zellen ist oft sehr bedeutend:

Perone, *Ophiocytium*. Erstere wird bis 60 μ groß, die zylindrischen Zellen von *Ophiocytium* können über 1 mm lang werden. Mehrkernig werden schließlich gelegentlich auch die bis $^1/_3$ mm messenden kugeligen Zellen von *Halosphaera* und *Botrydiopsis*, die bis 80 μ werden kann (s. Fig. 32, 33). Bei anderen Algen ist dies fast regelmäßig der Fall, ohne daß wir eigentlich von einer siphonalen Organisation sprechen können.

Über die Zytologie des Kernes der Heterokonten wissen wir meines Wissens nach nichts. Bei keiner Heterokonte sind die Strukturen des ruhenden Kernes, die Vorgänge bei der Kernteilung näher untersucht, und wir haben deshalb auch keine Kenntnis von der Zahl, Beschaffenheit und Form der Chromosomen und auch nicht über den Phasenwechsel, soweit die Heterokonten geschlechtliche Fortpflanzung haben.

Bei einigen Heterokonten (*Peroniella*, *Characiopsis*, *Tribonema*, *Bumilleria*, *Botrydium*) hat man mit den gebräuchlichen Kernfarbstoffen die Kerne ausgefärbt, aber weniger um Struktur und Formwechsel der Kerne als vielmehr ihre Anzahl festzustellen. Dabei fand man bei einigen Formen (*Peroniella* nach Serbinov u. a.) ein Körperchen, ohne daß wir wissen, welche Rolle es für den Kern hat.

Hawlitschka (1932, S. 27) gibt an, daß bei *Tribonema* die Kerne sehr klein sind und ca. 1 μ messen. Die von mir gelegentlich durch Färbung dargestellten Kerne waren immer viel größer und auch die Abbildungen, die Serbinow von den Kernen von *Peroniella* gibt, entsprechen nicht den Angaben Hawlitschkas. So scheint es nicht ausgeschlossen zu sein, daß Hawlitschka einer Täuschung unterlegen ist. Dann sind aber auch ihre Angaben über eine ständig zwei- und eine ständig mehrkernige *Tribonema*-art neuerdings zu überprüfen. Die Autorin gibt die Zahl der Chromosomen bei *Tribonema* mit 8 an. Ich sah 6, 12 und einmal bei einer dickfädigen *Tribonema*-art gewiß über 20. Wahrscheinlich schwanken bei den Heterokonten die Zahlen der Chromosomen um ein bestimmtes Maß.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß sich bei vielen normalerweise einkernigen Heterokonten vielkernige Ausbildungen entwickeln können. Das kann nur ganz gelegentlich sein, z. B. bei manchen Heterochloridalen oder Heterocapsalen, oder die Zellen pflegen im Alter mehrkernig zu werden, wie bei vielen Heterococcalen (*Botrydiopsis*, *Characiopsis*, *Chlorothecium*, *Perone*, *Ophiocytium* u. a.). Auch bei den fädigen Ausbildungen

kann das der Fall sein, sei es, daß sich die vegetativen Zellen dabei nicht auffallend vergrößern, sei es, daß sie zu großen Riesenzellen (s. Fig. 26, 27) heranwachsen. Dabei kann, ohne daß die Zellen sich besonders vergrößern, die Bildung solcher vielkerniger Zellen z. B. bei *Tribonema* förmlich reihenweise erfolgen, so daß ganze Fadenstücke dann mehrkernig sind.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese mehrkernigen Ausbildungen z. T. als Hemmungsbildungen aufzufassen sind in der Form, daß die Teilungen bis zur Kernteilung, und zwar zur wiederholten Kernteilung geführt wurden, ohne daß es aber zu der sonst parallel damit Hand in Hand gehenden Protoplastenteilung kam (gehemmte oder verspätete Schwärmerbildung, gehemmte Autosporenbildung).

Eine eingehende zytologische Untersuchung der Heterokonten wäre dringend notwendig. Die Heterokonten sind vielleicht die zytologisch am schlechtesten bekannte Algenreihe.

2. Chromatophorenapparat.

A. Chromatophoren.

Bei den meisten Heterokonten besteht der Chromatophorenapparat aus kleinen, elliptischen Scheibchen (Fig. 77 *b*, *c*, *f*), und diese Erscheinung ist so häufig, daß man bis zu einem gewissen Grade viele Heterokonten schon an ihren vielen scheibchenförmigen Chromatophoren als solche erkennen kann. Bei großen Zellen (*Botrydiopsis* [Fig. 33], *Halosphaera*) kann die Zahl der Chromatophoren ungeheuer steigen und mehrere Hundert, ja um Tausend betragen. Bei gutem Ernährungszustand stehen die Chromatophoren (auch wenn sie in ge-

Fig. 77. Chromatophoren und Pyrenoide bei Heterokonten: *a* einfacher, topfförmiger Chromatophor bei *Chloridella*, *b* der topfförmige Chromatophor in wenige, muldenförmige Chromatophoren zerteilt (*Chlorobotrys regularis*), *c* der Chromatophor in zahlreiche, scheibchenförmige Chromatophoren zerteilt (*Chlorobotrys polychloris*), *d Arachnochloris:* der topfförmige Chromatophor in seinem Wandstück in meridionale, breite Bänder aufgelöst, die durch Einschnürungen im Begriffe sind, sich in scheibchenförmige Chromatophoren aufzulösen (vgl. auch Fig. 78 und 80 *c*). Am Grund des topfförmigen Chromatophoren ein mächtiges Pyrenoid. Die verwandte *Arachnochloris minor* (*i*) besitzt einen großen, topfförmigen Chromatophoren mit basalem Pyrenoid, der gelegentlich in zwei oder drei Teilstücke zerfallen kann, *e* der schief bandförmige Chromatophor von *Bumilleria spirotaenia* durch tiefgehende Einschnitte in Auflösung zu mehreren scheibchenförmigen Chromatophoren begriffen (vgl. Fig. 79); *f Tribonema:* zahlreiche scheibchenförmige und wandständige Chromatophoren; *g*, *h* binnenständige Chromatophoren; *g Endochloridion simplex:* ein einziger, breit bandförmiger, binnenständiger Chromatophor; *h Heterogloea endochloris*, zwei mehr muldenförmige, binnenständige Chromatophoren; *i* s. *d*!; *k Tribonema pyrenigerum:* ein großer muldenförmiger Chromatophor mit einem großen Pyrenoid (vgl. *f* mit vielen scheibchenförmigen Chromatophoren), (vgl. 90 *c–f* und 91); *l Monallanthus:* zwei große, wandständige, muldenförmige Chromatophoren mit je einem großen Pyrenoid (vgl. Fig. 90*h*!); *m Ophiocytium:* große, sternförmige Chromatophoren, vgl. Fig. 871; *n Perone:* Chromatophoren in Plasmasträngen, die anscheinend unter Zug stehen und die vielen kleinen Chromatophoren eigenartig zweispitzig gestalten.

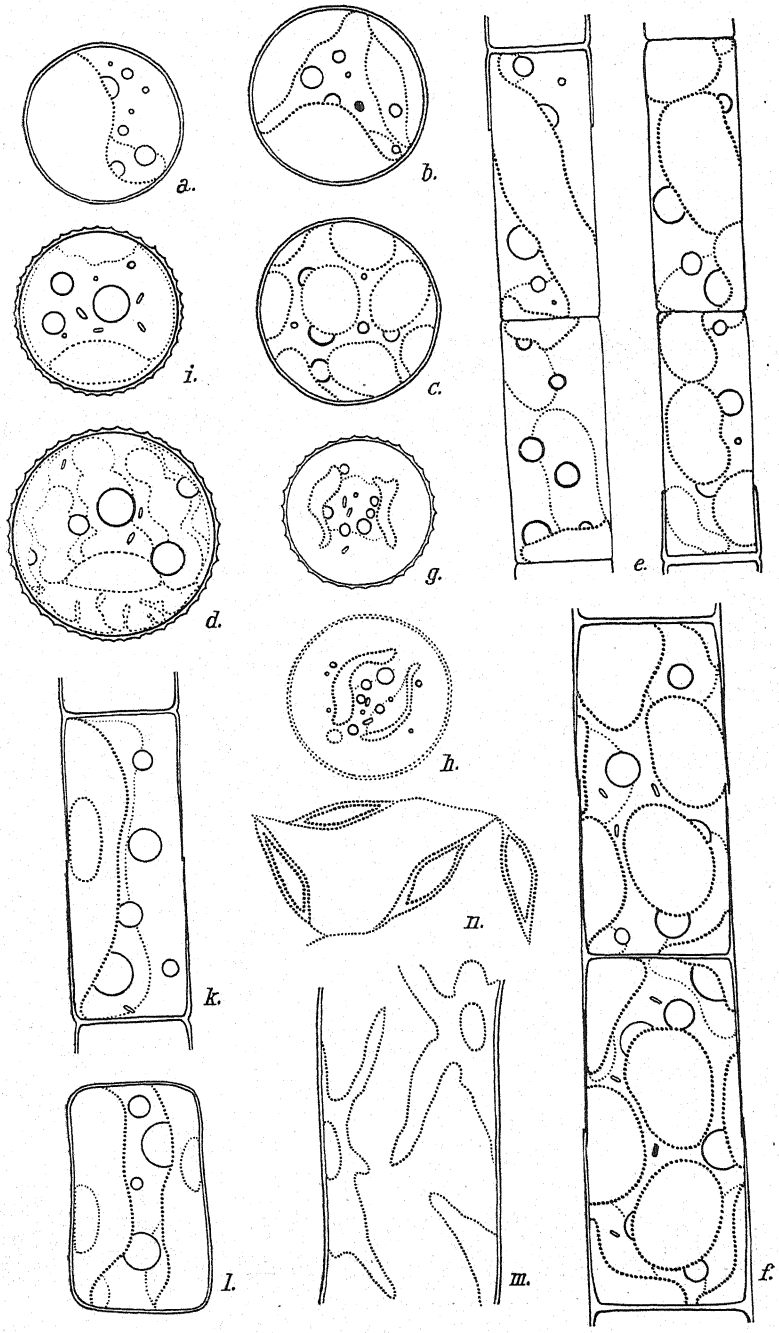


Fig. 77. Unterschrift nebenstehend (S. 92).

ringer Anzahl vorhanden sind) oft so dicht, daß sie sich gegenseitig polygonal abplatten, wobei aber immer ein trennender Plasmastreifen vorhanden ist. Die Chromatophorenplättchen sind meist dünn, bei manchen Arten aber erscheinen sie verdickt (siehe Pyrenoid). Sind nur wenige Chromatophoren vorhanden, so sind sie meist ziemlich groß

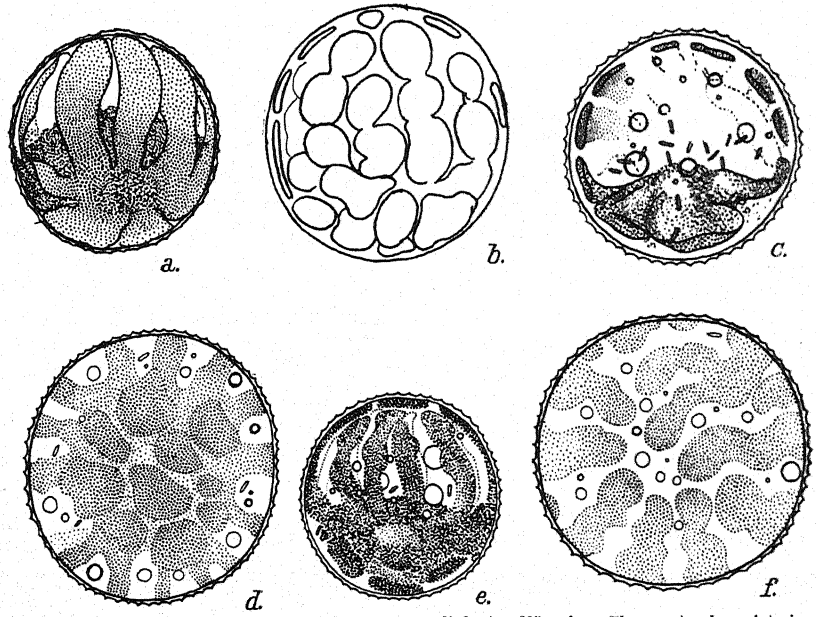


Fig. 78. *Arachnochloris maior:* der ursprünglich topfförmige Chromatophor ist in meridionale Lappen zerteilt, die durch Einschnitte wieder in scheibchenförmige Chromatophoren aufgelöst werden (*a*, *b*, *e*); *c* im kombinierten optischen Längsschnitt; *f* eine Zelle von oben; *d* eine Zelle von unten gesehen.

und entsprechend der Form der Zelle gewölbt. Junge Zellen besitzen sehr häufig nur einen Chromatophoren.

Während bei den Chlorophyceen große, einheitlich topf- bis muldenförmige Chromatophoren sehr häufig sind, besitzen nur wenig Heterokonten einen einzigen und dabei wandständigen Chromatophoren. Bei kugeligen Zellen ist er topfförmig[1]) (einzelne Arten von *Chloridella* (Fig. 77 *a*), *Pleurochloris*, *Arachnochloris* u. a.), bei zylindrischen Zellen muldenförmig (einzelne *Tribonema* (*pyrenigerum*)- (Fig. 77 *k*), *Heterococcus*-Arten, eine *Monallanthus*-Art usw.).

[1]) Ein topfförmiger Chromatophor kann unter Umständen mehrere scheibchenförmige Chromatophoren vortäuschen, wenn sein Rand tief gelappt ist.

Einzelne Heterokonten zeigen nun sehr deutlich, daß die vielen plättchenförmigen Chromatophoren, die für so viele Heterokonten charakteristisch sind, durch Zerteilung eines ursprünglich einzigen, topf- oder muldenförmigen Chromatophoren entstanden sind. Bei *Arachnochloris maior* (Fig. 77*d*, 78, 80) ist der topfförmige Chromatophor in meridionale Streifen aufgelöst, die am oberen Pol der Zelle mehr oder weniger zusammenschließen. Diese Streifen besitzen aber meistens keine einheitliche Kontur, sondern sind oft mannigfach seitlich eingeschnürt, so daß sie fast rosenkranzförmig erscheinen. Diese Einschnürungen können soweit gehen, daß besonders die Enden der Streifen in kleine Scheibchen aufgelöst sind, die aber ihre radiär-meridionale Lagerung beibehalten (s. Fig. 78). Durch die Auflösung des ursprünglich einheitlichen Chromatophoren in regionale Streifen und durch die Zerlappung der Streifen in scheibenförmige Abschnitte erhellt sehr deutlich die Herkunft der scheibchenförmigen Chromatophoren aus ursprünglich einheitlichen Chromatophoren. Bei einer Verwandten: *Arachnochloris minor* ist der Chromatophor ebenfalls topfförmig hohlkugelig, er ist aber noch nicht in viele Längsstreifen zerteilt, sondern nur in zwei oder drei breite Abschnitte.

Andererseits sind die einheitlichen, muldenförmigen Chromatophoren einzelner fädiger Heterokonten ebenfalls in einem solchen Teilungsprozeß begriffen. Während bei *Tribonema monochloron* oder *T. pyrenigerum* (Fig. 77 *k*) der Chromatophor muldenförmig bis breit bandförmig ist, ist der einzige wandständige Chromatophor von *Bumilleria spirotaenia* (Fig. 77*c*, 79) bandförmig und verläuft schräg der Länge nach. Dieser bandförmige Chromatophor erscheint durch Einschnitte sehr häufig zerlappt oder sogar in mehr oder weniger aneinander schließende oder zumindest oft noch in eine Reihe angeordnete Stücke zerteilt. Im übrigen sehen wir auch bei anderen Algengruppen den ursprünglich einheitlichen Chromatophoren durch alle Übergänge mit den scheibchenförmigen Ausbildungen verbunden.

Auffallenderweise fehlen bei den Heterokonten fast alle jene Sonderausbildungen des Chromatophoren, die wir zum Beispiel bei den Chlorophyceen in so vielen Abwandlungen sehen. Nur ein Typus, der bei den Volvocalen gelegentlich auftritt, kehrt bei einer *Arachnochloris*-Art wieder: der ursprünglich topfförmige Chromatophor ist auch an der Basis offen, es fehlt ihm der Boden, dafür ist äquatorial eine mächtige Querplatte (Fig. 80*c*)

eingeschoben, so daß der Chromatophor im Längsschnitt H-förmig ist (*Agloë*-Typus der Chlamydomonadinen).

Die elliptische Form der scheibchenförmigen Chromatophoren erleidet nicht selten eine Abwandlung dadurch, daß sie besonders bei Zellen mit lang dauerndem Wachstum in dichte Protoplasmastränge eingebettet sind, die allem Anschein nach unter Zug stehen. Dadurch bekommen die Chromatophoren passiv eine „spindelförmige" Gestalt (Fig. 81) und sind oft an den Enden spitz ausgezogen. Ob auch die nicht selten sternförmigen Chromatophoren von *Ophiocytium* auf die gleiche Weise entstehen, ist unsicher (Fig. 77*a*).

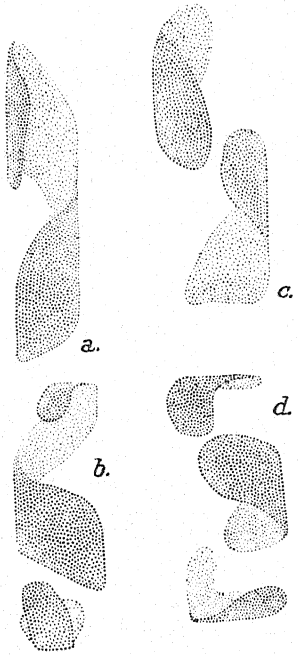


Fig. 79.

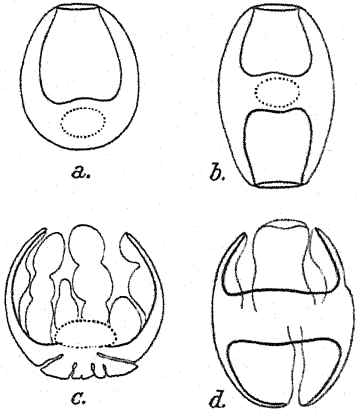


Fig. 80.

Fig. 79. *Bumilleria spirotaenia:* Chromatophorenausbildung. *a* bandförmiger, schraubig gestalteter Chromatophor; *b*, *c* Zerteilung dieses Chromatophoren in zwei Teile; *d* Zerteilung in drei oder mehr Teile: Entstehung scheibchenförmiger Chromatophoren aus einem ursprünglich einheitlichen Chromatophoren.

Fig. 80. *a* einfacher, topfförmiger Chromatophor von *Chlamydomonas* sect. *Euchlamydomonas:* Pyrenoid im Basalstück; *b* Chromatophor von *Chlamydomonas* sect. *Agloë:* Das Pyrenoid in einer Querplatte des röhrenförmigen Chromatophoren; *c*, *d* dazu die Parallelentwicklung der Chromatophoren von Heterokonten; *c Arachnochloris maior; d Arachnochloris Agloë.*

Bei den meisten Heterokonten sind die Chromatophoren ausgesprochen wandständig, das heißt mit ihrer Fläche parallel zur Wand gelagert, wenn sie auch von der Wand durch eine deutliche Plasmaschicht getrennt sind. Bei manchen Heterokonten ändert sich aber die Lage der Chromatophoren in der Form, daß sie in bestimmten Entwicklungsstadien die Chromatophoren mehr in das Innere der Zellen verlagern: binnenständige

Chromatophoren. Dies kann eintreten bei der Teilung des Protoplasten in mehrere Teilprotoplasten, bei Einleitung der Schwärmer- oder Autosporenbildung, und nicht selten zeigen auch junge Zellen diese Binnenständigkeit der Chromatophoren. Diese Binnenständigkeit der Chromatophoren bleibt aber bei

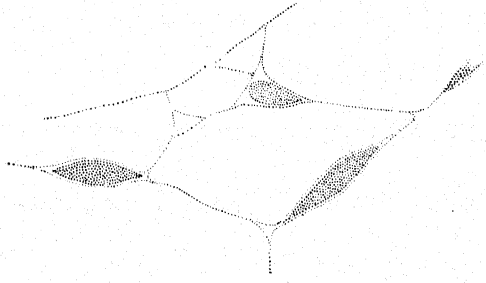


Fig. 81. *Perone:* scheibchenförmige, durch den Zug von Plasmasträngen zweispitzig verschmälerte Chromatophoren.

einigen Heterokonten zeitlebens erhalten: charakteristischerweise z. B. bei der Heterococcalen *Endochloridion polychloron* (Fig. 82, *a*, *b*) mit sehr vielen binnenständigen Chromatophoren. Bei der Schwärmerbildung bekommt jeder Schwärmer nur ein oder zwei Chromatophoren mit, die auch, wenn sie nur in der Einzahl vorhanden sind, binnenständig sind. Es besteht also keine Beziehung zwischen der Zahl der Chromatophoren und ihrer Binnenständigkeit. Heterokonten mit einem in charakteristischer Weise binnenständigen Chromatophoren sind z. B. *Endochloridion simplex* (Fig. 82 *c–e*) unter den Heterococcalen, *Chloromeson* (Fig. 2 *k*, *l*) unter den Heterochloridalen und eine noch wenig bekannte Heterocapsale *Heterogloea* (Fig. 77 *h*, 83).

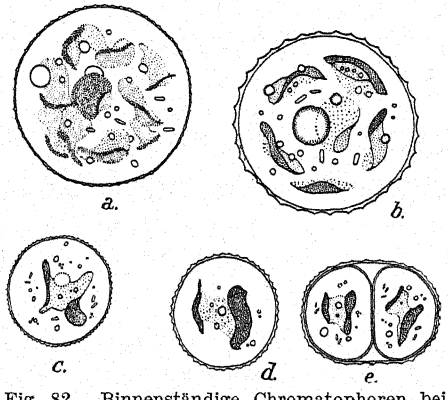


Fig. 82. Binnenständige Chromatophoren bei *Endochloridion: a, b E. polychloris:* zahlreiche binnenständige Chromatophoren; *c, d, e E. simplex:* mit einem binnenständigen Chromatophor.

Vorübergehend binnenständig können die Chromatophoren bei *Botrydiopsis* und anderen Heterococcalen werden. Es sei betont, daß diese Binnenständigkeit der Chromatophoren bei den Chlorophyceen nicht festzustellen ist, daß sie aber sehr häufig wiederkehrt bei den Chrysophyceen, die auch aus an-

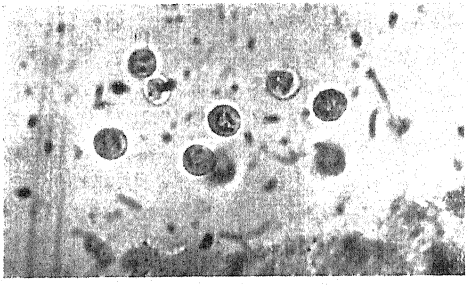


Fig. 83. Binnenständige Chromatophoren von *Heterogloea endochloris*.

deren Gründen als nahe verwandt mit den Heterokonten angesprochen werden müssen.

Bei vielen Heterokonten verändert aber der Chromatophorenapparat besonders bei längerem Wachstum seine Form. Es ist eine auffallende Er-

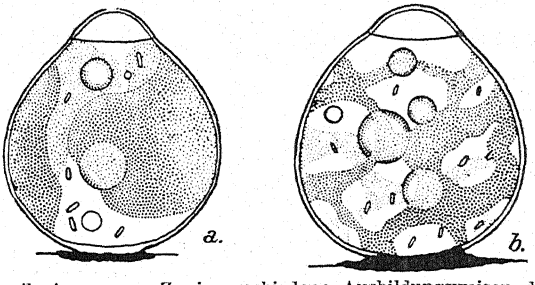


Fig. 84. *Chlorothecium* spec. Zwei verschiedene Ausbildungsweisen des Chromatophoren: *a* zwei große, wandständige, gelappte Chromatophoren vorhanden; *b* Chromatophorenapparat in der Form eines nicht scharf begrenzten Maschenwerkes entwickelt. Die beiden Ausbildungen können in verschiedener Reihenfolge ineinander übergehen.

scheinung, daß z. B. manche Zellen der gleichen Art, oft nebeneinander, sehr verschiedene Chromatophorenapparate aufweisen. Individuen mit scharf getrennten scheibchenförmigen Chromatophoren, mit großen muldenförmigen, wandständigen Chromatophoren und mit großen netzförmigen, durchbrochenen Chromatophoren können unter Umständen nebeneinander vorkommen. Zellen, welche in der Jugend viele scheibchenförmige Chromatophoren haben, können später die Chromatophoren zu einem weitmaschigen, manchmal etwas diffus begrenzten, breiten

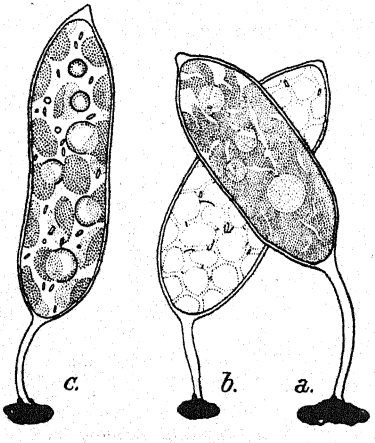


Fig. 85. *Characiopsis varians*: *a* Chromatophor in Form einer großen wandständigen Platte entwickelt, die durch unregelmäßige Spalten durchbrochen ist; *b*, *c* andere Zellen der gleichen Art, Chromatophor in zahlreiche kleine Plättchen aufgeteilt. Beide Formen des Chromatophoren können ineinander übergehen.

Maschenwerk vereinigen (Fig. 84, 86) und andererseits können breit-netzförmige Chromatophoren, die die ganze Zelle auskleiden, sich in scheibchenförmige Chromatophoren zerteilen (Fig. 85). Unklar ist *Ophiocytium*, bei dem die sternförmig lappigen Chromatophoren manchmal mit ihren Lappen netzig verbunden sind (Fig. 87). Welche Außenbedingungen und welche Innenzustände des Plasmas die eine oder die andere Form des Chromatophoren bedingen, welche Umstände den Übergang der einen Form in die andere Form auslösen, ist derzeit fast ganz undurchsichtig: jedenfalls ist die Gestalt der Chromatophoren in hohem Maße von den Zuständen des Plasmas, in dem der Chromatophorenapparat liegt, abhängig. Wir haben in den Veränderungen der Gestalt und der Lagerungsverhältnisse der Chromatophoren zunächst nur den sichtbaren Ausdruck für eine Verschiebung in den Strukturverhältnissen, also für Zustandsänderungen des Plasmas zu sehen.

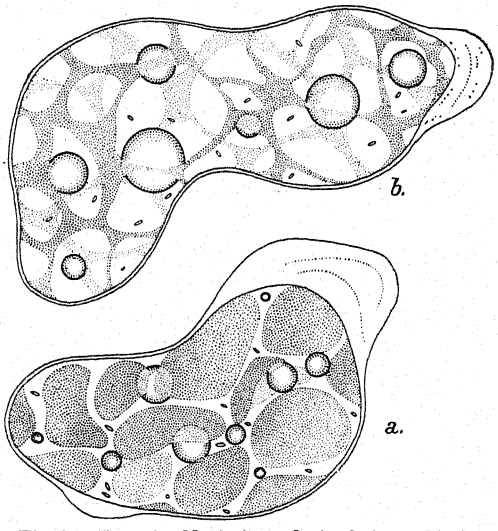


Fig. 86. *Excentrochloris irregularis:* bei *a* zahlreiche scheibchenförmige Chromatophoren; *b* Chromatophorenapparat in Form eines zarten, lockeren Netzes entwickelt.

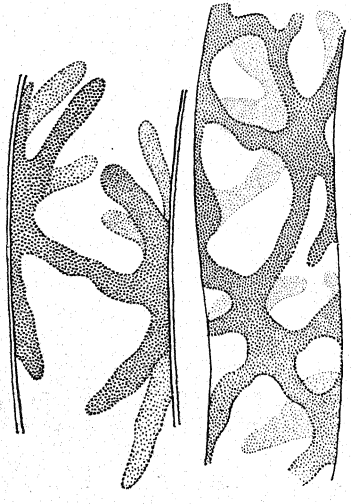


Fig. 87. *Ophiocytium.* Entwicklung der sternförmigen Chromatophoren aus einem großen netzförmigen Chromatophoren. Der Chromatophor von *Ophiocytium* kann unter Umständen völlig maschenförmig (mit diffusen Rändern) werden; das Maschenwerk kann sich scharf differenzieren und schließlich mehrere sternförmige Einzelchromatophoren bilden.

Es spricht für den sekundären Charakter der scheibchenförmigen Chromatophoren die Tatsache, daß ursprünglich einheitliche, große, wandständige Chromatophoren sich in der Individualentwicklung der Zelle durch Spalten in größere oder kleinere Abschnitte zerteilen können, welche zunächst noch polygonalen Charakter haben, dann aber ellipsoidisch werden. Es gibt also Heterokonten, bei denen der topfförmige Chromatophor während der Ontogenie scheibchenförmig wird (Fig. 85).

Im allgemeinen erfolgt die Teilung der scheibchenförmigen Chromatophoren ziemlich gleichzeitig, nicht selten aber hinken einige Chromatophoren nach oder eilen voraus. Die Aufteilung der Chromatophoren auf die Tochterzellen erfolgt nicht immer ganz gleichmäßig. Vergleicht man die aus den großen Zellen von *Botrydiopsis arhiza* oder aus den großen Cysten von *Myxochloris* austretenden Schwärmer oder Amöben, so fällt die unter Umständen sehr schwankende Zahl der Chromatophoren an diesen Keimen auf. Einzelne besitzen 10–15, andere aber nur einen Chromatophoren. Dementsprechend besitzen auch die aus den Keimen entstehenden jungen Zellen eine sehr verschiedene Anzahl von Chromatophoren, die aber an ausgewachsenen Zellen wieder ausgeglichen erscheint.

Nicht immer geht Größenwachstum der Zelle mit Chromatophorenvermehrung Hand in Hand. Es kann geschehen, daß die normale Chromatophorenzahl erst nach einigen Zellgenerationen wieder erreicht wird.

B. Pyrenoide.

Die Frage, ob die bei Algen so häufig vorkommenden Gebilde auch bei den Heterokonten vorkommen, wurde erst in letzter Zeit beantwortet. Korschikoff (1930) und Pascher (1930) haben solche Pyrenoide bei einwandfreien Heterokonten nachgewiesen. Sicher ist, daß viele Heterokonten nach unseren derzeitigen Kenntnissen keine Pyrenoide haben. Ja, dieser Mangel konnte eine Zeitlang sogar als eines der wenn auch weniger wichtigen Charaktermerkmale gelten. Als erster hat Klebs (1896, Taf. 1, Fig. 19) vorübergehende Pyrenoide bei *Botrydium* angegeben.

Miller hat zwar 1927 das Vorhandensein differenzierter Pyrenoide bei *Botrydium* bestritten und spricht nur von lokalen Verdickungen, die Pyrenoide vortäuschen. Inzwischen wurde aber von zwei Seiten der Nachweis erbracht, daß bei Heterokonten tatsächlich Pyrenoide vorkommen. Korschikoff

erweist (1930), daß in den jungen *Botrydium*-Zellen die Pyrenoide nicht immer leicht zu sehen sind (Fig. 88*B a*, *b*, 89). Ich kann die KORSCHIKOFFschen Angaben bestätigen und die Angaben KLEBS dahin ergänzen, daß tatsächlich an jungen Botrydien die Pyrenoide leicht zu sehen sind, daß aber in älteren Zellen die Pyrenoide undeutlicher werden, und damit erklärt sich auch der Widerspruch in den einzelnen Angaben.

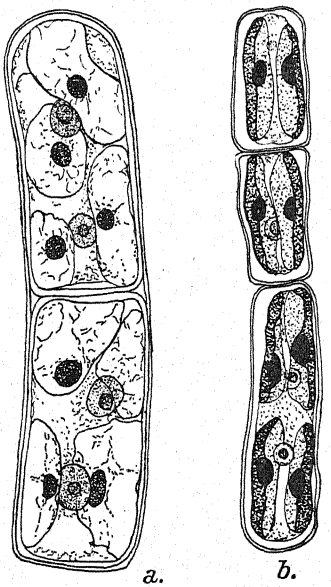


Fig. 88 *A*.

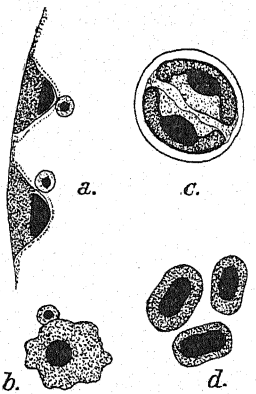


Fig. 88 *B*.

Fig. 88. *a* Pyrenoide bei *Bumilleria* bzw. bei *Heterothrix*?: *a Bumilleria sicula*? Meist vier Chromatophoren mit je einem Pyrenoid; *b Heterothrix*?: jede Zelle zwei Chromatophoren mit je einem scheinbar anliegenden Pyrenoid: die untere, lange Zelle in Teilung begriffen, Chromatophoren und Kern bereits geteilt, noch keine Membranbildung, Zellen z. T. in Teilung (nach KORSCHIKOFF).

Fig. 88*B*. Pyrenoide: *a*, *b Botrydium*, *a* von der Seite, *b* von oben. In dem nach innen liegenden Teil des Chromatophoren ein Pyrenoid, daneben je ein Kern, *c Botrydium*-Sporen mit zwei Chromatophoren, deren jeder ein scheinbar anliegendes Pyrenoid hat. *d* Chromatophoren aus erwachsenen *Botrydiopsis*-Zellen mit je einem Pyrenoide (nach KORSCHIKOFF).

KORSCHIKOFF gelang es auch bei *Bumilleria* Pyrenoide nachzuweisen und farbig darzustellen (Fig. 88*A a*, *b*). Die gleiche Angabe machte er für *Botrydiopsis arhiza* (s. Fig. 88*B c*) für die Chromatophoren der Aplanosporen und jungen Pflänzchen von *Botrydium granulatum*. Die Chromatophoren von *Botrydium granulatum* springen nach innen papillenartig vor und das Pyrenoid ist hier in die Spitze der Papille gelagert (s. Fig. 88*a*). Bei den kalottenartig eingekrümmten Chromatophoren der *Botrydium*-Aplanosporen liegt das Pyrenoid förmlich an der Innenwand des Chromatophoren (s. Fig. 88*B c*).

Trotzdem in vivo die Pyrenoide bei älteren Zellen von *Botrydium* weniger deutlich sind und oft gar nicht beobachtet werden können, sind sie, wie die Photogramme KORSCHIKOFFS zeigen (Fig. 89), auch hier färberisch darzustellen. KORSCHIKOFF verwendete bei seinen Untersuchungen Eisenhämatoxylin oder saures Fuchsin, bei Fixierung mit Pikroformol, welche die besten Resultate gaben.

Fig. 89. *Botrydium:* schief von oben photographiert: die zahlreichen, nebeneinanderliegenden Chromatophoren, in der Mitte je ein Pyrenoid (nach KORSCHIKOFF).

Soweit ich selber die Angaben KORSCHIKOFFS nachzuprüfen Gelegenheit hatte, pflichte ich seiner Meinung zu.

Gleichzeitig mit KORSCHIKOFFS Untersuchungen, doch unabhängig von ihm, konnte ich bei zwei Heterococcalen, die einzellig leben, Pyrenoid-artige Gebilde im Chromatophoren finden, die auch im Leben vorbildlich sichtbar sind. Die eine Heterococcale ist *Arachnochloris*. Hier konnte ich (1930, S. 409–415) bei *A. maior* in dem oft mächtig verdickten Basalstück des im Prinzip topfförmigen, doch streifen- und spinnenbeinartig aufgelösten, fast völlig wandständigen Chromatophoren axial ein mächtiges, oft leicht polyedrisches Gebilde sehen, das in seiner Lagerung sehr den Pyrenoiden der topfförmigen Chromatophoren vieler Protococcalen und Chlamydomonadinen gleicht (s. Fig. 90 *a*, *b*). Ich vermute ein gleiches Gebilde auch bei den anderen *Arachnochloris*-Arten und bemerke, daß GEITLER bei seiner „*Chlorobotrys*" *solitaris* (= *Chloridella*) ebenfalls dem Chromatophoren auf der Innenseite angelagert polar ein großes, flaches, linsenförmiges Gebilde, kantig und mattglänzend beobachtete, das Kernfarbstoffe annahm und nach GEITLER möglicherweise ein Pyrenoid darstellt.

Bei der monadoiden Ausbildung der Heterokonten sind Pyrenoide erst bei einer Gattung *Ankylonoton* (Fig. 2 *f*, 90 *g*),

gefunden worden. Hier liegt ein großes Pyrenoid der Innenseite des großen muldenförmigen Chromatophoren scheinbar an.

Pyrenoide kommen mit Sicherheit auch bei einer Heterococcale mit zylindrischen Zellen vor (*Monallanthus*)(Fig. 90 *h*), die

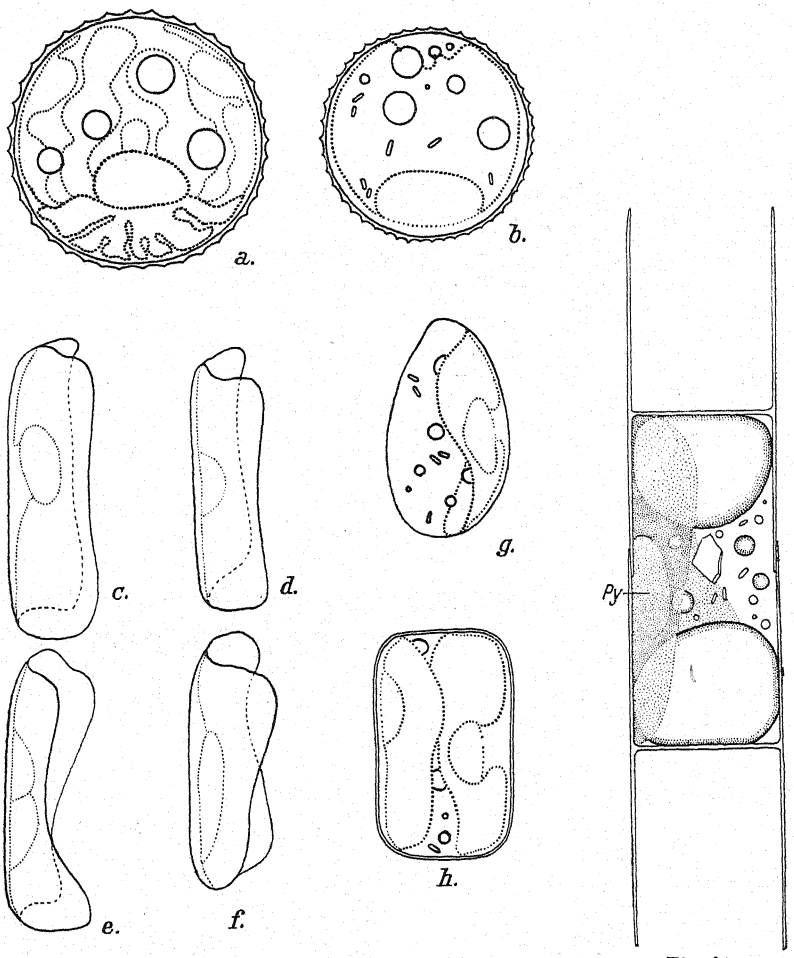


Fig. 90. Fig. 91.

Fig. 90. Pyrenoide bei Heterokonten: *a Arachnochloris maior*; *b Arachnochloris minor*; basal im, im Prinzip topfförmigen, Chromatophoren das Pyrenoid; *c–f Tribonema pyrenigerum*: großer, wandständiger Chromatophor mit seitlichem Pyrenoid; bei *c* Pyrenoid auf einem Höcker des Chromatophoren stehend; bei *e* Pyrenoid bereits geteilt; *g Monodus pyreniger*: großer muldenförmiger Chromatophor mit medianem Pyrenoid, das hier auf einem Chromatophorenhöcker steht; *h Monallanthus*: jeder der beiden großen Chromatophoren mit einem Pyrenoid, das rechte Pyrenoid förmlich gestielt.

Fig. 91. *Tribonema pyrenigerum*: eine Zelle herausgezeichnet: großer, wandständiger Chromatophor mit anliegendem Pyrenoid. Zelle, wie die beiden großen endständigen Öltropfen zeigen, bereits krankhaft verändert.

wie Einzelzellen von *Bumilleria sicula* aussehen, ebenfalls zwei wandständige, plattenförmige Chromatophoren haben und in ihnen ebenfalls je ein Pyrenoid besitzen. Außer bei *Bumilleria* wurde von mir je ein Pyrenoid an jedem Chromatophor noch bei zwei *Tribonema*-Arten (Fig. 90 *c*, *f*, 91) gesehen. Daß Pyrenoide bei den Heterokonten nicht ausschließlich an wandständigen Chromatophoren, sondern auch an binnenständigen Chromatophoren vorkommen können, zeigt Fig. 92.

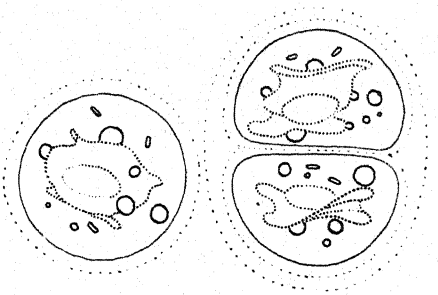


Fig. 92. *Heterogloea pyreniger*: jede Zelle mit einem binnenständigen Chromatophoren, jeder Chromatophor mit einem Pyrenoid.

Alle diese Pyrenoide scheinen einteilig zu sein. Abweichend sind die Pyrenoide bei der mutmaßlichen Rhizochloridine *Chlorarachnion*, die filarplasmodial lebt, gebaut. Hier bestehen sie nach Geitler (1930) aus zwei dicht aneinander gepreßten Scheiben. Unfixiert ist diese Zusammensetzung nur schwer zu sehen, nach Fixierung sind aber die beiden Scheiben des linsenförmigen Pyrenoids geschrumpft und deutlicher getrennt zu sehen. Inwieweit die anderen Pyrenoide der Heterokonten zweiteilig sind, wäre noch zu untersuchen.

Diese pyrenoidartigen Gebilde liegen bei den Heterokonten dem Chromatophoren scheinbar an: oft sind sie nur mit einer so dünnen Schicht von Chromatophorensubstanz überdeckt, daß sie optisch fast nackt erscheinen. Sie scheinen dann nicht im Chromatophoren eingebettet zu sein, sondern ihm anzuliegen. Inwieweit vollständig nackte, anliegende Pyrenoide bei den Heterokonten vorkommen, wird sich kaum mit Sicherheit erweisen lassen, da ja immer noch der Einwand gemacht werden kann, daß sie von einer optisch verschwindenden Chromatophorenschicht bedeckt sind. Manchmal ist die Stelle des Chromatophoren, an welcher das Pyrenoid liegt, emporgehoben, das Pyrenoid sitzt gewissermaßen einem vorgewölbten Kissen auf (s. Fig. 90 *g*, *h*) und erscheint kurz gestielt; manchmal ist dieser Stiel unter dem Pyrenoid so verdünnt, daß der Gedanke nahe liegt (siehe Fig. 90 *g*, *h*), diese Fälle als Ansätze zur völligen Isolierung des Pyrenoids vom Chromatophoren zu betrachten. Solche isolierte Pyrenoide sind ja für verschiedene Algen, z. B. die Crypto-

phyceen charakteristisch, sie scheinen aber auch gelegentlich bei anderen Algen vorzukommen (möglicherweise auch bei einzelnen Diatomeen). Auch bei Chrysophyceen gibt es ähnliche Ausbildungen. Inwieweit die gleiche Lagerungsweise der Pyrenoide systematisch ausgewertet werden kann, das müssen erst weitere Untersuchungen lehren.

Ob wir mit dem Ausdruck „Pyrenoide" wirklich gleichartige Organe bei den Algen bezeichnen oder nur Gebilde, welche gleichartig aussehen und gleichartig vorkommen, ist noch nicht entschieden. Ich möchte mich aber einer engen Begriffsbegrenzung der Bezeichnung „Pyrenoid", welche diesen Ausdruck nur auf die stärkespeichernden Pyrenoide beschränkt, nicht anschließen. Wir können bei Algengruppen, welche Stärke überhaupt nicht bilden, nicht Pyrenoide mit Stärkeabscheidung erwarten. Wir können aber ganz gut annehmen, daß auch bei diesen stärkefreien Algengruppen die Pyrenoide eine Funktion haben, die der der Pyrenoide der Stärke führenden Algen entspricht. Nur können wir bei den stärkefreien Formen die Abscheidung bzw. Bildung geformter Assimilate nicht direkt wahrnehmen, wie es bei den stärkeführenden Formen der Fall ist, bei denen die Stärke einen besonders auffallenden, scharf umgrenzten Inhaltskörper der Zelle bildet. So kann ich mich jenen Autoren nicht anschließen, die die Bezeichnung Pyrenoid auf die stärkeabscheidenden Differenzierungen beschränken wollen (Czurda).

C. Farbstoffe.

Über die Farbstoffe der Heterokonten-Chromatophoren sind wir nur wenig unterrichtet. Einer eingehenderen Untersuchung wurden sie bis jetzt noch nicht unterworfen. Es kommen wie immer Chlorophylle, Karotine und Xanthophylle bzw. Hämatochrome vor.

Ob aber das Chlorophyll der Heterokonten Chlorophyll *a* und Chlorophyll *b* in denselben Mengenverhältnissen aufweist wie die Grünalgen oder die höheren Pflanzen, wissen wir nicht. Ich neige zur Meinung, daß bei den Heterokonten ein ähnliches Mengenverhältnis vorliegt wie bei den Phaeophyceen, der einzigen Algengruppe, die daraufhin untersucht wurde und bei der sich ein von den grünen Pflanzen abweichendes Verhältnis von Chlorophyll *a* und *b* feststellen ließ. Dieses Mengenverhältnis dürfte auch bei den Diatomeen und Chrysophyceen vorkommen.

Im allgemeinen besitzen die Heterokonten einen größeren Gehalt an Karotinen. Mit Salzsäure behandelt, schlagen die Chromatophoren oft deutlich nach Blaugrün um. Dieser Umschlag, dessen Intensität schwankt, ist bei den Chromatophoren der Chlorophyceen im allgemeinen nicht zu erzielen. Es gilt allerdings diese Regel vom Farbumschlag nicht allgemein. Wie auch GEITLER 1931 aufmerksam gemacht hat, kann der Farbton der Heterokonten schwanken. Sie können dunkler grün werden soweit, daß sie von den Chromatophoren der Chlorophyceen in der Farbtönung nicht mehr zu unterscheiden sind, vorausgesetzt, daß die Algen unter besonders günstigen Umständen wachsen. So kann z. B. das oft blasse *Ophiocytium* lebhaft bis dunkelgrün sein, und das gleiche läßt sich auch für *Tribonema*-Arten feststellen. GEITLER selber verweist auf *Goniochloris*, *Chlorobotrys*, *Botrydiopsis*, doch gibt es auch wieder unter diesen Arten Rassen, welche diese Erscheinung nicht zeigen. Andererseits gibt es Heterokonten, die immer nur mit dunkelgrünen Chromatophoren gefunden werden. Ich habe *Arachnochloris maior* niemals mit jenem Farbton gesehen, den *Ophiocytium* und *Tribonema* häufig haben. Es gibt ferner eine Rasse von *Bumilleria sicula*, die fast dunkelgrün ist und, unter gleichen Bedingungen gezogen mit anderen Rassen, sich dadurch sehr auffällig abhebt. Bei solchen intensiv grünen Formen ist ein Farbumschlag bei Säurezusatz nicht zu erzielen.

Es kann also der Gehalt an Karotinen bei einzelnen Heterokonten in weitgehenden Grenzen schwanken und bei anderen Heterokonten (seien es Rassen oder Arten) konstant sehr gering sein. Manche Arten, die sonst grün erscheinen, können bei Kultur auf festen Nährböden deutlich orangerot werden. Doch wird diese orange-rote Färbung niemals so lebhaft und tief wie bei Chlorophyceen. Sie bleibt meist mehr angedeutet als betont. Da der Farbumschlag bei Säurezusatz von der Menge Karotine abhängt, so kann dem Farbenumschlag als diagnostisches Hilfsmittel nur ein beschränkter Wert beigemessen werden. Er darf niemals und unter keinen Umständen als untrügliches und charakteristisch-systematisches Merkmal aufgefaßt werden. Er war auch niemals als solches gewertet. Er kann nur als diagnostisches Hilfsmittel angesehen werden. Dazu muß ferner noch bemerkt werden, daß nicht nur die Sporen und Dauerstadien vieler Chlorophyceen viel Karotin enthalten können. Es gibt auch Chlorophyceen, deren vegetative Zellen bereits einen so hohen Karotingehalt aufweisen, daß sie den erwähnten

Blauumschlag geben. Das trifft besonders für Erdalgen und aerophile Formen zu. Da diese oft auch Öle speichern, so ist es nicht leicht diese Formen auf den ersten Anhieb als Chlorophyceen zu erkennen. Dieser Umstand wurde von einigen Forschern (CHODAT, F. und KOL) übersehen, so daß sie eine Reihe von Erdprotococcalen, also Chlorophyceen, z. B. *Chromochloris*, *Chlorellopsis*, *Györffyana* als Heterokonten beschrieben haben (W. Fischer, 1936).

Bis zu einem gewissen Grade kann aber der Blauumschlag bei Säurezusatz spez. in einem Gemisch von Heterokonten und Chlorophyceen als diagnostisches Hilfsmittel mit beschränkter Auswertbarkeit verwendet werden.

Sehr häufig geht ein Teil der Karotine in den Algenzellen in das mit der Zeit angesammelte Öl über. Nicht nur Ruhestadien, sondern auch vegetative Zellen haben dann gefärbte Öltröpfchen. *Chlorobotrys regularis* oder *Chl. polychloris* besitzen fast immer ein rubinrotleuchtendes Öltröpfchen, das von Anfängern sehr leicht mit einem Stigma verwechselt werden kann. Vielleicht handelt es sich hier (s. S. 109, 110) um Exkretöl. Denn diese roten Tröpfchen bleiben nicht selten nach der Bildung der Autosporen in der leeren Mutterzelle zurück. Es kann sich aber auch das Reserveöl ein wenig orange färben. Vermehren sich die Algen sehr rasch, dann wird dieses Reserveöl rasch verbraucht und nur einzelne Tröpfchen eines schmierigen Öles, das von dem Reserveöl abweicht, bekommen dann eine intensiv rote Färbung. Es macht den Eindruck, als ob die geringe Karotinmenge der verbrauchten Reserveöle dann in die schmierigen Exkretöltröpfchen aufgenommen würden.

Einige Algen bilden massenhaft Karotin: z. B. die planktontischen *Botryococcus*-arten, z. B. *B. Braunii*: merkwürdigerweise tritt hier das durch Karotin orange gefärbte Exkretöl aus den Zellen in die Gallerte der Kolonie über (s. S. 110). Ich sah ferner einmal eine *Pleurochloris*-art, eine aerophile Form, hellrot. Auch hier blieb nach dem Ausschwärmern der Schwärmer ein Teil des roten Öles in der entleerten Haut der Mutterzelle zurück.

Der einzige Versuch, Karotine und Xanthophylle aus Heterokontenzellen zu isolieren, wurde bis jetzt von POULTON (1930, S. 24) gemacht. Es wurde dazu „*Chlorobotrys*“ *stellata*, allerdings nicht in Reinkulturen, verwendet.

D. Assimilate und Reservestoffe.

Auch über die Assimilate und Reservestoffe sind wir bei den Heterokonten nicht gut unterrichtet.

Völlig sicher ist, daß bei den Heterokonten niemals Stärke abgeschieden wird. Dieser Mangel an Stärke ist eine durchgehende Eigenschaft, von der innerhalb der Heterokonten niemals eine Ausnahme gefunden wurde. Nichtsdestoweniger können sich doch in nackten, z. T. sich animalisch ernährenden Ausbildungen gelegentlich, wenn auch nur sehr selten, Einschlüsse des Plasmas als Stärke erweisen. Es handelt sich hier aber, wie schon aus der Tatsache hervorgeht, daß nur in animalisch sich ernährenden Formen und auch hier nur sehr selten Stärke nachgewiesen werden kann, nicht um autochthone Stärke, sondern um Stärke, die in aufgenommener Beute vorhanden war und nach der Verdauung derselben bis zum Ausstoßen der Stärke im Protoplasten der Heterokonten lagerte. Ich konnte niemals sehen, daß diese Stärke abgebaut wurde. In diesem auffallenden Mangel an Stärke stehen die Heterokonten nicht allein, sie teilen ihn mit den Chrysophyceen, Diatomeen, Phaeophyceen und den Chloromonadinen.

Bohlin (1897, S. 53) gelang es zu zeigen, daß sich beim Auskochen normal assimilierender Fäden mit Wasser ein Filtrat ergebe, das Fehlingsche Lösung reduzierte. Die Annahme, daß das erste Assimilationsprodukt eine Glucose ist, erscheint berechtigt.

Bohlin kultivierte *Tribonema bombycinum* in 1,5% Dextrose. Die Zellen dieses *Tribonema* verhielten sich wie lebhaft assimilierende Algenfäden in anderen Nährlösungen. Sie schwollen aber dadurch sehr auf, daß massenhaft eine lichtbrechende Flüssigkeit auftrat, die beim Kochen mit Fehlingscher Lösung den Eindruck einer reduzierenden Hexose machte. Bohlin konnte aber zeigen, daß der größte Teil des Niederschlages jedoch nicht aus der Glykose stammt, sondern wahrscheinlich auf eine reduzierende Substanz der Membran (Arabinose?) zurückgehe. Dadurch, daß er *Tribonema*-Fäden solange kochte, bis im Filtrate keine Fällung von Cu-oxydul auftrat, er die Fäden noch einmal in einer schwachen Kalilauge kochte und wieder ein reduzierendes Filtrat erhielt, wurde er veranlaßt, genetischen Zusammenhang zwischen diesen reduzierenden Substanzen und der Membran als wahrscheinlich anzunehmen.

Als Reservestoffe treten auf Fette und Öle. Diese kommen in den Zellen in der Form kleiner oder kleinster Tröpfchen oder größerer Ballen im Plasma vor und haben manchmal eine bestimmte Lagerung (oft zentral, oft, in zylindrischen Zellen, an den Enden). Sie ergeben durchwegs Schwärzung mit Osmiumtetraoxyd und Färbung mit Sudanrot 3 und erscheinen ferner auch im

Leben manchmal gefärbt dadurch, daß Karotine hier in Lösung gegangen sind. Das Öl wird in den Zellen oft in riesigen Mengen gebildet, oft so stark, daß die anderen Bestandteile der Zelle kaum mehr zu erkennen sind. Es handelt sich dann sicher um

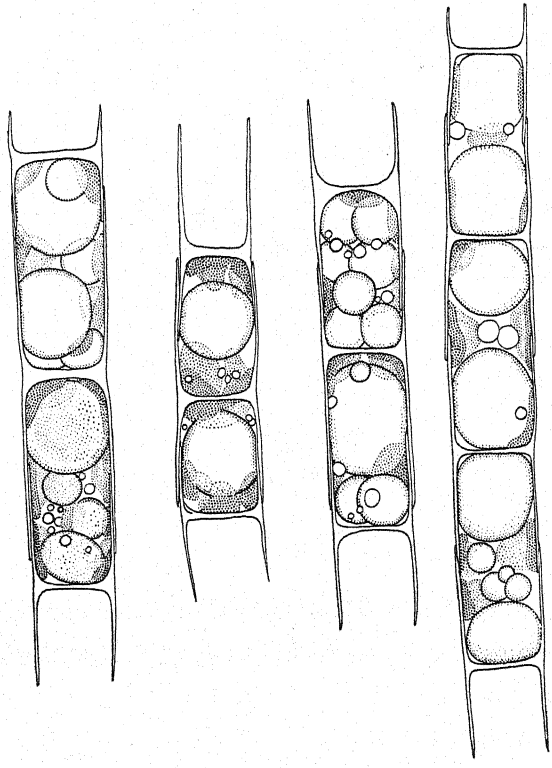


Fig. 93. *Tribonema:* in fettiger Degeneration begriffene Fäden: die einzelnen Zellen zum Teil fast ganz mit großen Öltropfen erfüllt; krankhafte Veränderung, die nicht umkehrbar ist.

eine fettige Degeneration durch forciert einseitige Lebensbedingungen. Solche sind fast immer gegeben, wenn z. B. *Tribonema* in Sammelgläsern sich selbst überlassen bleibt (s. Fig. 93 von *Tribonema*). Solche Zustände erholen sich fast niemals wieder und gehen ein. Sie können daher nicht für experimentelle oder vergleichende Studien verwendet werden.

Das Öl scheint nicht bei allen Heterokonten und auch nicht in allen Entwicklungsstadien gleich zu sein und vor allem nicht immer den Charakter eines Reservestoffes zu haben. Oft hat es deutlich schmierige Konsistenz und die Tropfen- oder Kugel-

form ist dann sehr undeutlich. In anderen Fällen scheint das Öl sehr flüssig zu sein. Bemerkt sei, daß bei nackten Formen das Öl sehr häufig in Form solcher großer, schmieriger Tropfen ausgestoßen wird. Es handelt sich dann fast immer um Öl, das durch Hämatochrom leuchtend rot verfärbt ist. Bei *Chlorobotrys* z. B. tritt in älteren Zellen fast immer ein leuchtender Öltropfen auf (s. syst. Teil), speziell bei *Chl. regularis* und *Chl. polychloris*). In diesen Fällen scheint das Öl vielleicht nur ein Exkret zu sein, ein Träger von Stoffwechselprodukten, die mit dem Öl aus den nackten Zellen ausgestoßen werden. Da dies bei rhizopodialen und animalisch lebenden Formen häufig ist, so läge der Schluß nahe, diesen Vorgang mit der animalischen Lebensweise in Beziehung zu bringen. Dagegen spricht aber der Umstand, daß solches Öl oft in konstanter Weise in behäuteten Zellen sich ansammelt und dann z. B. bei der Schwärmerentleerung in der entleerten Zelle zurückgelassen werden kann oder doch später von den Schwärmern ebenfalls ausgestoßen wird.

Massenhaft tritt das rote Öl bei der Planktonalge *Botryococcus Braunii* auf. Merkwürdigerweise tritt es hier in die Gallerte der Kolonie über, ist also extracellulär gehäuft. Inwieweit es sich dabei um eine Einrichtung zugunsten des Schwebens handelt, ist noch zu untersuchen. Bis jetzt ist noch unbekannt, wie das Öl aus der Zelle in die Gallerte übertritt. Von der Massenhaftigkeit des hier in der Gallerte angesammelten Öles mag der Umstand eine Vorstellung geben, daß beim Absterben der Massenvegetationen von *Botryococcus* und bei Abbau der Gallerte der zugrunde gegangenen Kolonien das damit frei werdende Öl die Wasseroberfläche oft weithin überzieht. Dadurch kann es zu weitgehendem Abschluß der darunter befindlichen Wasseroberfläche kommen, was wieder massenhaftes Fischsterben zur Folge haben kann. POULTON (1930, S. 18) hat einige Reaktionen auf das Öl von *Botryococcus* gemacht. Bemerkt sei aber, daß nicht alle *Botryococcus*-Arten diese Ölspeicherung zeigen.

Kann in diesen Fällen das Öl kaum mehr als Reservestoff bezeichnet werden, so steht andererseits fest, daß Öle zu den charakteristischen Reservestoffen der Heterokonten zählen, und zwar nicht nur in Dauerzellen, sondern auch in den vegetativen Ausbildungen. Das zeigt sich bei den Teilungsvorgängen. Viele Heterococcalen haben vor den Teilungen sehr viel Öl, das z. B. vor der Schwärmer- oder Autosporenbildung fast

restlos verschwindet und demnach wohl aufgebraucht wird. Haben die jungen Zellen annähernd ihre Normalgröße erreicht, so setzt auch die Ölspeicherung wieder ein.

Ein systematisch bemerkenswerter Reservestoff aber, der in Heterokontenzellen festgestellt werden kann, ist Leukosin. Das Leukosin tritt in der Form meist kleinerer, oft etwas unregelmäßiger Tropfen oder Ballen auf, die schon dadurch auffallen, daß sie eigentümlich glänzen. Der Leukosinglanz ist von dem Glanz des Öles deutlich verschieden. Nach diesem Glänzen hat dieser Stoff von KLEBS, der ihn für die Chrysomonaden feststellte, den Namen Leukosin bekommen. Wir kennen seinen Chemismus nicht und wissen kaum, welcher Gruppe von organischen Substanzen er zuzuschreiben ist. Auffallend ist, daß er in den verschiedensten Reagenzien löslich ist, auch im Wasser gelöst wird und verschwindet. Dieses Leukosin konnte ich bei vielen Heterokonten sehen.

Das Vorhandensein von Leukosin ist, abgesehen von dem noch unbekannten substantiellen Charakter dieses Stoffes, auch deswegen von größter Bedeutung, weil es uns mit anderen Eigenschaften der Heterokonten zusammen einen Hinweis auf die Verwandtschaft der Heterokonten gibt. Leukosin ist der charakteristische Reservestoff der Chrysophyceen und in letzter Zeit wurde er von KORSCHIKOFF (1930, S. 467) auch für Diatomeen erwiesen. Bei keiner anderen Algengruppe aber findet er sich wieder. Er ist also gerade auf diese drei Algenreihen beschränkt, die wir auch nach anderen Merkmalen als enger verwandt ansprechen müssen. (Siehe Kapitel der Verwandtschaft der Heterokonten, S. 155.) Bemerkt sei, daß das Leukosin weniger in vegetativen Zellen als vor allem häufig in den endoplasmatisch gebildeten Sporen sowie oft in den Akineten der Heterokonten zu finden ist. Hier ist es oft sehr auffallend, genau wie in den Sporen der Chrysophyceen.

Eine nicht unwesentliche Rolle als Reservestoff spielt das Volutin, das ebenfalls in glänzenden, formlosen Ballen auftritt und in verschiedenen Heterokonten, zuletzt auch von HAWLITSCHKA (1932, 25) für *Tribonema* aufgezeigt wurde. Es unterscheidet sich in seinem Verhalten dadurch schon vom Leukosin, daß es wasserunlöslich ist.

Unklar (doch nur deshalb, weil bislang noch keine Reaktionen darauf gemacht wurden) ist die chemische Beschaffenheit des großen runden Ballens in den ausgewachsenen Zellen von *Botrydiopsis arhiza* (siehe Fig. 33 unten). Er verschwindet vor

der Aufteilung der Protoplasten in die Schwärmer oder Autosporen, um sich in den heranwachsenden Zellen wieder zu bilden. Oft liegt er so exzentrisch, daß die Plasmazone über ihm chromatophoren-frei wird.

Über die Rolle, die der bedeutendere Gehalt an Karotinen und Xanthophyllen bei der Bildung und Speicherung von Reservestoffen in den Zellen von Heterokonten spielt, hat sich Bohlin 1897 die Meinung gebildet, daß sie dazu dienen, die Hexose zu reduzieren. Auf diese Weise würden sie für die Umwandlung der Kohlehydrate zu säureärmeren Fettverbindungen von Bedeutung sein. Dafür würde auch die Terpen-Natur des Xanthophylls sprechen. Für die Bohlinsche Auffassung spricht der Umstand, daß wir überall, wo in den Zellen ein hoher Gehalt an Karotinen und Xanthophyllen bzw. Haematochrom feststellbar ist, Öl und keine Stärke finden. Bohlin verweist auf die Diatomeen, die Öl und keine Stärke haben und auf *Vaucheria*, die ebenfalls Öl und nicht Stärke speichert und merkwürdigerweise auch infolge ihres großen Gehaltes an Karotinen bei Säurezusatz den Umschlag nach Blaugrün zeigen. Leider sind wir über die wichtige Frage nach der Bedeutung der gelben Pigmente für den Haushalt der assimilierenden Zellen noch sehr wenig unterrichtet.

E. Rückbildung der Chromatophoren; farblose Formen.

Die bereits besprochenen Fälle (S. 100) von ungleicher Aufteilung des Chromatophorenapparates führen aber zu jenen Unregelmäßigkeiten der Teilung über, bei denen einzelne Tochterzellen gelegentlich überhaupt keinen Chromatophoren mitbekommen und dann völlig farblos sind. Für Chrysophyceen sind derart farblos gewordene Formen, die gelegentlich aus gefärbten entstehen, bereits seit langem bekannt. Ich verweise auf *Rhizochrysis*, *Myxochrysis*, *Chrysarachnion* und andere Gattungen. Solche Fälle sind bei Heterokonten bis jetzt drei angegeben. Bei *Myxochloris*, einer vielkernigen rhizopodialen Heterokonte, die in den Wasserzellen von *Sphagnum* lebt, werden in den großen Cysten durch Aufteilung des vielkernigen Protoplasten in vorherrschend einkernige Teilstücke geißelbewegliche Schwärmer oder kleine Amöben gebildet. Im allgemeinen führen (Pascher 1930, S. 326) die Teilungen, als deren Resultat die kleinen Schwärmer oder Amöben austreten, fast immer zu Keimlingen, welche Chromatophoren haben. Die Chromatophoren werden also im allgemeinen auf alle Keime aufgeteilt.

Allem Anschein nach finden aber bei dieser Aufteilung Störungen statt, denn es konnten einzelne völlig farblose Schwärmer auch noch innerhalb der Cysten gesehen werden, die also bei der Zerspaltung des großen Protoplasten keine Chromatophoren mitbekommen haben. Wäre die Entwicklungsgeschichte dieser farblosen Keime nicht bekannt gewesen, so wären diese farblosen Stadien gewiß nicht als Keime eines mit Chromotophoren versehenen Organismus, sondern für einen von vornherein farblosen Schwärmer oder Flagellaten gehalten worden. Ihr Verhalten konnte nicht näher verfolgt werden.

Auch bei einer Heterococcale, bei der die Teilprotoplasten nicht als Schwärmer, sondern als kleine Amöben austraten (Pascher 1930), war die Chromatophorenanzahl in den Amöben sehr schwankend. Gelegentlich bekam bei der Aufteilung der Chromatophoren auf die Teilprotoplasten eine Amöbe keinen Chromatophoren mit, sie war dann von einer echten Amöbe nicht zu unterscheiden. Auch bei einer anderen heterococcalen Heterokonte, bei *Tetraediella*, erfolgt die Aufteilung der Chromatophorenscheibchen auf die zu vieren gebildeten Autosporen nicht immer gleichmäßig. Da ich hier tatsächlich einige Male völlig farblose, junge Zellen fand, kommt es wahrscheinlich auch hier durch ungleiche Aufteilung der Chromatophoren auf die Tochterzellen gelegentlich zur Bildung farbloser behäuteter Zellen. Doch konnte ich hier den Vorgang als solchen nicht bis zu Ende beobachten. Farbloswerden von Heterokontenkeimen durch Teilungshemmung von Chromatophoren kommt also vor.

Über die andere Weise der Entstehung farbloser Formen: allmähliche Reduktion des Chromatophoren liegen für die Heterokonten keine direkten Beobachtungen vor. Tatsache ist, daß gelegentlich einzelne Arten in fast farblosen Individuen auftreten: gewisse *Characiopsis*-Arten und auch *Ophiocytium cochleare*. Es ist aber nicht untersucht, ob es sich hier um eine vorübergehende Rückbildung der Chromatophoren handelt, die umkehrbar ist, oder um feste Rassen. Gerade die Heterokonten sind ja darin sehr wenig studiert. Dauernd farblose Formen grüner Arten sind bei keiner Gattung der Heterokonten beschrieben. Nur Wulff (1916, 20, S. 103) gibt an, daß er völlig farblose, *Meringosphaera*-artige Zellen gesehen habe, und er verweist dabei auf die Ähnlichkeit dieser Formen mit der von Hensen (1887, Taf. 5, Fig. 55) abgebildeten Form.

Über die Entstehung farbloser Formen aus gefärbten bei geeigneter Kultur liegen einige, allerdings recht unzureichende Angaben vor. Bohlin (1898, 10–13) gibt an, daß *Chloramoeba heteromorpha* in Dunkelkultur und in organischen Nährlösungen verschiedener Zusammensetzung die grüne Farbe vollständig verliere. Monosaccharide bewirkten eine lebhafte Fortpflanzung und reiche Ölansammlung. In einer 2–4proz. Lösung von Dextrose oder Laevulose verloren die massenhaft entwickelten Zellen die grüne Färbung. Sie blieben mehrere Monate am Leben. In der gleichen Weise wirken sich Galaktose und Trehalose aus. Disaccharide haben dieselbe Wirkung, nur tritt sie langsamer ein. Die Polysaccharide verhalten sich verschieden; Inulin wirkt sich besonders aus. Von den Alkoholen hatte Glycerin die kräftigste Wirkung. In Erythrit werden die Zellen ebenfalls farblos, teilen sich aber nur wenig, während bei Mannit reichliches Wachstum einsetzt.

Leider sind diese Ergebnisse Bohlins nicht eindeutig. Er arbeitete zunächst nicht mit modernen Reinkulturen (1898!), dann aber ist es unklar, wie es zur Ausbildung der farblosen Formen kam. Es wäre denkbar, daß neben den grünen Stämmen auch farblose vorhanden waren, die unter gewöhnlichen Verhältnissen äußerst individuenarm, in bestimmten organischen Nährlösungen sich üppig vermehrten, während im Dunklen die grünen Stämme zurückgingen. Es hätte dann überhaupt keine Umwandlung aus grünen in farblose Formen stattgefunden, sondern nur eine Anreicherung der letzteren.

Aber selbst bei der Annahme der Umwandlung grüner in farblose Formen ist die Frage offen, ob es sich um Apoplastidie, also völligen Verlust des Chromatophorenapparates handelte oder um bloßes Verschwinden der Chlorophylle (Apochromasie) in den ausblassenden und farblos werdenden Chromatophoren. Leider ist *Chloramoeba* seit Bohlin nicht mehr gefunden worden.

Farbloswerden von kultivierten Heterokonten wird übrigens auch von Chodat für einige Formen angegeben. *Heterococcus viridis* (Chodat 1913, 168) blaßt nach einigen Monaten auf Glukoseagar aus. Bei *Bumilleria sicula* (1913, 180) blassen die Kolonien in der Mitte aus, während sie am Rand grün bleiben (auf Glukoseagar mit 0,1% Pepton). Leider sind die morphologischen Veränderungen, die zu diesem Ausblassen geführt haben, nicht studiert worden. Bei den von Chodat studierten Algen handelt es sich um Reinkulturen.

Die Frage nach der Genese farbloser Heterokonten aus gefärbten ist auch deshalb von Belang, weil wir dauernd farblose, bis jetzt immer zu den Chytridiales gestellte, also als Pilze angesprochene Formen kennen, die sich mit großer Wahrscheinlichkeit von den Heterokonten ableiten. Es ist dies die Gattung *Harpochytrium* WILLE (1900), das WILLE als farblos gewordene Alge auffassen möchte (WILLE 1900, S. 371; 1903, S. 175). Nach dem, was ich selbst einerseits von *Harpochytrium* und von ähnlichen festsitzenden Heterococcalen gesehen hatte, neigte ich bereits 1925 (PASCHER, S. 16 in meiner Heterokontenbearbeitung für die Süßwasserflora) dazu, *Harpochytrium* für eine farblose und chromatophorenfrei gewordene Heterokonte zu halten (siehe Fig. 94).

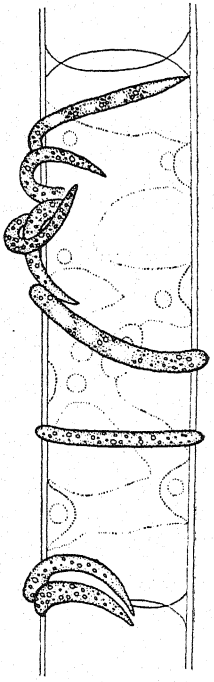


Fig. 94. *Harpochytrium Hedenii* auf *Spirogyra* (nach SCHERFFEL).

Diese Ansicht wurde voll bestätigt dadurch, daß SCHERFEL (1926, S. 519) ein *Harpochytrium* fand, das noch im Besitze eines großen, wandständigen Chromatophoren ist: *Harpochytrium viride*. Ich habe seit dieser Zeit *Harpochytrium viride* zweimal gesehen. Der Organismus bildete keine Stärke und sein Chromatophor schlug, wenigstens an den von mir untersuchten Individuen, bei Säurezusatz in seiner Farbe nach Blaugrün um. Es handelt sich also mit aller Wahrscheinlichkeit um eine Heterococcale. Allerdings zeigt *Harpochytrium*, das (siehe Fig. 95) auf verschiedenen Algen festsitzt und verschiedenen Arten von *Characiopsis* sehr ähnlich sieht, die eigenartige Durchwachsung der Zellen (siehe S. 37). Nun konnte ich aber bei einer eigenartigen *Dioxys*-Art ebenfalls finden, daß nach der ersten Teilung des Protoplasten nur der obere Tochterprotoplast Schwärmer bildet, die abschwärmen, der untere Tochterprotoplast aber sich nicht weiterteilt, sondern sich mit einer neuen Haut umgibt und wieder zur vegetativen Zelle in voller Größe auswächst (S. 37, Fig. 29, 30). Die bei *Harpochytrium*, nicht nur für die farblosen, sondern auch für die grüne Art charakteristische Durchwachsung kommt demnach bei einer sicheren Heterokonte vor (siehe Fig. 29 u. 95).

Damit wird die Zugehörigkeit einer bis jetzt zu den Pilzen gestellten Form zu den Heterokonten erwiesen.

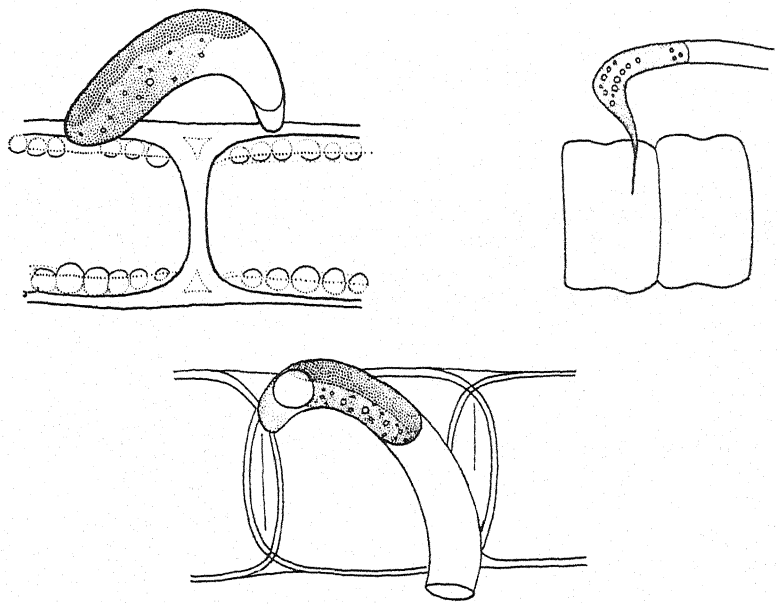


Fig. 95. *Harpochytrium:* links und unten: *H. viride:* deutlicher, großer Chromatophor entwickelt, unten Durchwachsung, rechts oben eine farblose, chromatophorenfreie heterotrophe Art, ebenfalls in Durchwachsung begriffen: *H. hyalothecae.* Die Gattung *Harpochytrium* besteht zum Teil aus farblosen, zum Teil aus grünen Arten. *Harpochytrium* war lange bei den Chytridiales eingestellt, unter denen sich vielleicht noch andere farblose Heterokonten befinden (nach SCHERFFEL).

Daß unter den farblosen Flagellaten und Pilzen noch andere farblos gewordene Heterokontenabkömmlinge vorliegen, ist bis jetzt nicht untersucht und auch nicht leicht feststellbar, doch sehr wahrscheinlich. Die Zuordnung farbloser Organismen zu den Heterokonten ist nicht leicht. In den Geißelverhältnissen stimmen die Heterokonten mit Chrysophyceen überein, ebenso im Aussehen des Plasmas. Die Sporen können Anhaltspunkte geben (endoplasmatische Bildung, Größenverhältnis der beiden Membranteile der Spore — kleinerer Teil noch nicht zum Stopfen verkleinert —). Aber gerade die Sporen werden bei farblosen Formen manchmal, ebenso wie die charakteristischen Reservestoffe, sehr abgewandelt, und leider sind die Schwärmer der niederen Pilze zu allermeist nicht nur nicht näher untersucht, ja oft auch sehr mangelhaft beobachtet worden.

3. Andere Inhaltskörper der Zelle, Exkrete und Zellsaftraum.

Über die Exkrete sind wir bei den Heterokonten, wie bei den meisten anderen Algen, nur sehr schlecht unterrichtet.

Wichtig sind jene Gebilde, die man in Heterokontenzellen findet und die eigenartig, wenn auch nicht bedeutend lichtbrechend, manchmal auch durch ihre oft kristalloide Form mehr auffallen. Sie treten an nackten wie an behäuteten Stadien auf und sind vor allem auch an Schwärmern und palmelloiden Ausbildungen häufig zu finden. Bei nackten Stadien (auch Schwärmern) sind sie häufig am Vorder- wie am Hinterende vorhanden. Gewöhnlich sind sie auch in den behäuteten Zellen gehäuft. Über ihre Substanz wissen wir nichts.

Ein Umstand ist aber auffallend: sie verschwinden in dem Protoplasten fast immer vollständig oder nehmen doch ab, wenn es zur Membran- oder Gallertbildung kommt. Vegetative Schwärmer behäuteter Heterokonten haben sie oft in großen Mengen. Setzt sich z. B. ein solcher *Tribonema*-Schwärmer fest, dann verschwinden diese Körperchen, wenn er seine Membran bildet. Das gleiche ist auch der Fall, wenn immer die Protoplasten behäuteter oder nackter Heterokonten zur Palmellabildung schreiten und geschichtete oder ungeschichtete Gallerthüllen ausbilden. Sie sind vorhanden, solange die Gallerthüllen nicht gebildet sind und großteils oder ganz verschwunden, wenn die Gallerte ausgebildet ist.

In gleichem Sinne zu deuten ist auch das Verhalten dieser Körperchen bei der Bildung der Autosporen autosporiner Heterococcalen oder bei der der Autosporenbildung homologen Teilung der Fadenzellen der Heterotrichalen. Der Protoplast dieser Zellen besitzt vor der Teilung sehr häufig in großen Mengen diese Körperchen und auch die nackten Teilprotoplasten der Tochterzellen zeigen sie noch. Kommt es aber zur Bildung der Membran um die nackten Teilprotoplasten herum, so verschwinden die kleinen Körperchen.

Diese kleinen Körperchen scheinen die Grundsubstanzen für die Membran bzw. für die Gallerten darzustellen. Sie scheinen irgendwie beim Stoffwechsel des Kernes oder des vom Kern direkt beeinflußten Protoplasmas zu entstehen und in konsistenter Form im Protoplasma der Zelle gespeichert zu werden. Bei der Membranbildung oder bei der Bildung der Gallerte treten sie an die Oberfläche der Protoplasten bzw. durch Porensysteme durch die Membran hindurch, um, je nach

ihrer Beschaffenheit, zur Membransubstanz bzw. zur Gallertsubstanz zu werden dadurch, daß sie in bestimmter Weise Wasser anlagern oder aufnehmen. Ihre Bildung erfolgt kontinuierlich, ihr Austreten aber schubweise, quantenhaft (s. Fig. 96).

Diese Körperchen sind wohl im Prinzip die gleichen Substanzen, wie sie bei den Desmidiaceen und Bangialen (PASCHER-PETROVÁ 1931) für die Bildung der Lokomotionsgallerte vorgebildet werden, wie wir sie als Schleimtrichocysten bei verschiedenen Monaden (Cryptomonaden, Chloromonaden, Peridineen und Eugleninen) in hochdifferenzierter Form finden und wie sie vielleicht in höchstentwickelter Form wieder bei den Ciliaten vorkommen.

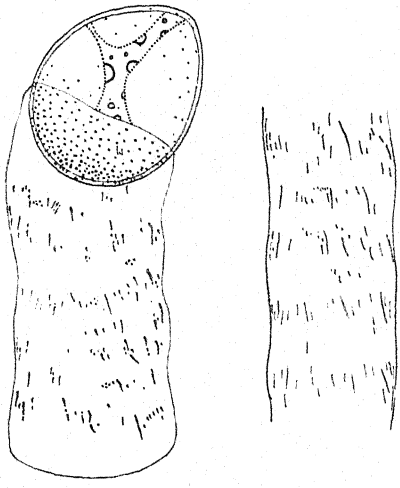


Fig. 96. *Gloeopodium:* die eiförmige Zelle steht am oberen Ende eines Gallertfußes; im Gallertfuß Zonen stärker färbbarer Stifte nachweisbar. Die Membran ist im breiteren Ende der Zelle mit zahlreichen Poren versehen, durch welche die quellbaren Substanzen, die den Gallertfuß bilden, austreten. Die Zonen entstehen dadurch, daß die Gallerte immer schubweise aus der Membran austritt.

In dieser Ansicht werde ich bestärkt durch die Beobachtungen keimender *Characiopsis*-Schwärmer und der Bildung der polar ausgeschiedenen Verfestigungsgallerte bei einer Heterococcale (*Gloeopodium*).

Mit diesen Komponenten haben sich allem Anscheine nach bereits mehrfach französische Forscher befaßt.

CHADEFAUD (1935), der die „corpuscules tannifères" mit den Physoden der Paeophyceen vergleicht, ist geneigt, sie mit den „corpuscules mucifères" von *Monas* und anderen Chrysophyceen zu vergleichen. Im Prinzip sind sie wohl z. T. identisch mit den Gebilden, die 1928 P. DANGEARD bei den Eugleninen untersucht und die unter anderem P. A. DANGEARD bereits wiederholt in seinen umfassenden Arbeiten über die anderen Algen studiert hatte.

[CHADEFAUD hat nach Absetzung des Manuskripts dieser Heterokontenbearbeitung eine große Arbeit über das Cytoplasma der Algen, die gesamten Zellinhaltskörper und die sonstigen Zell-

einschlüsse gebracht. Eine ausführliche Behandlung dieser wichtigen Arbeit ist hier nicht mehr möglich. Es seien aber hier im allgemeinen Teil zwei Figuren aus seiner Arbeit gegeben, die sehr charakteristisch und instruktiv sind (Fig. 97, 98).]

Über das Exkretöl vgl. das S. 108 bei den Reservestoffen Gesagte.

In den behäuteten Zellen entwickelt sich mit dem Größenwachstum auch der zentrale Saftraum, der aus dem Zusammenfließen kleinerer Zellsaftvakuolen entsteht. Schließlich nimmt

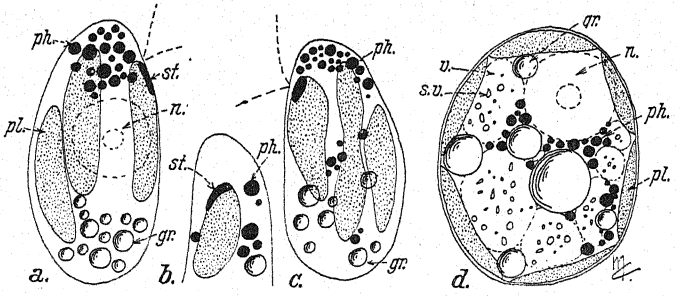


Fig. 97. *Tribonema „bombycinum“*. *a–c* Schwärmer; *d* Aplanospore (Vitalfärbung mit Cresylblau); *n* = Kern, *pl* = Chromatophoren, *st* = Augenfleck (beachte, daß der Augenfleck am Vorderende jenes Chromatophoren steht, der dem Geißelapparat am nächsten ist!), *gr* = Fetttröpfchen, *ph* = Physoden (nach CHADEFAUD).

der Zellsaftraum den weitaus größten Teil der Zelle ein und drängt das Plasma mit seinen Differenzierungen und Einschlüssen dann an die Wand. Der Zellsaftraum wird dann nur von zarten, gespannten Fäden und Plasmalamellen durchzogen. Bei langen, zylindrischen Zellen, z. B. von *Ophiocytium* oder *Harpochytrium* ist die lange Zellsaftvakuole durch unregelmäßig verteilte, oft meniskenartige Querlamellen vom Plasma zerteilt.

Bei anderen Heterokonten vereinigen sich die kleinen Zellsaftvakuolen nicht oder nur teilweise. Zwischen ihnen bleiben breite Plasmabrücken und Bänder. Liegen dann die Chromatophoren in diesen Strängen, so kommt es zur binnenständigen Stellung der Chromatophoren. Ebenso werden bei der Aufteilung des Protoplasten einer Zelle in die Schwärmer oder in die Autosporen die Zellsaftvakuolen neuerdings von Plasmalamellen durchschnitten und zerteilt. Nicht selten kommen dann die Chromatophoren vorübergehend in diese Lamellen oder Bänder zu liegen und die Binnenständigkeit der Chromatophoren hat dann nur vorübergehenden Charakter.

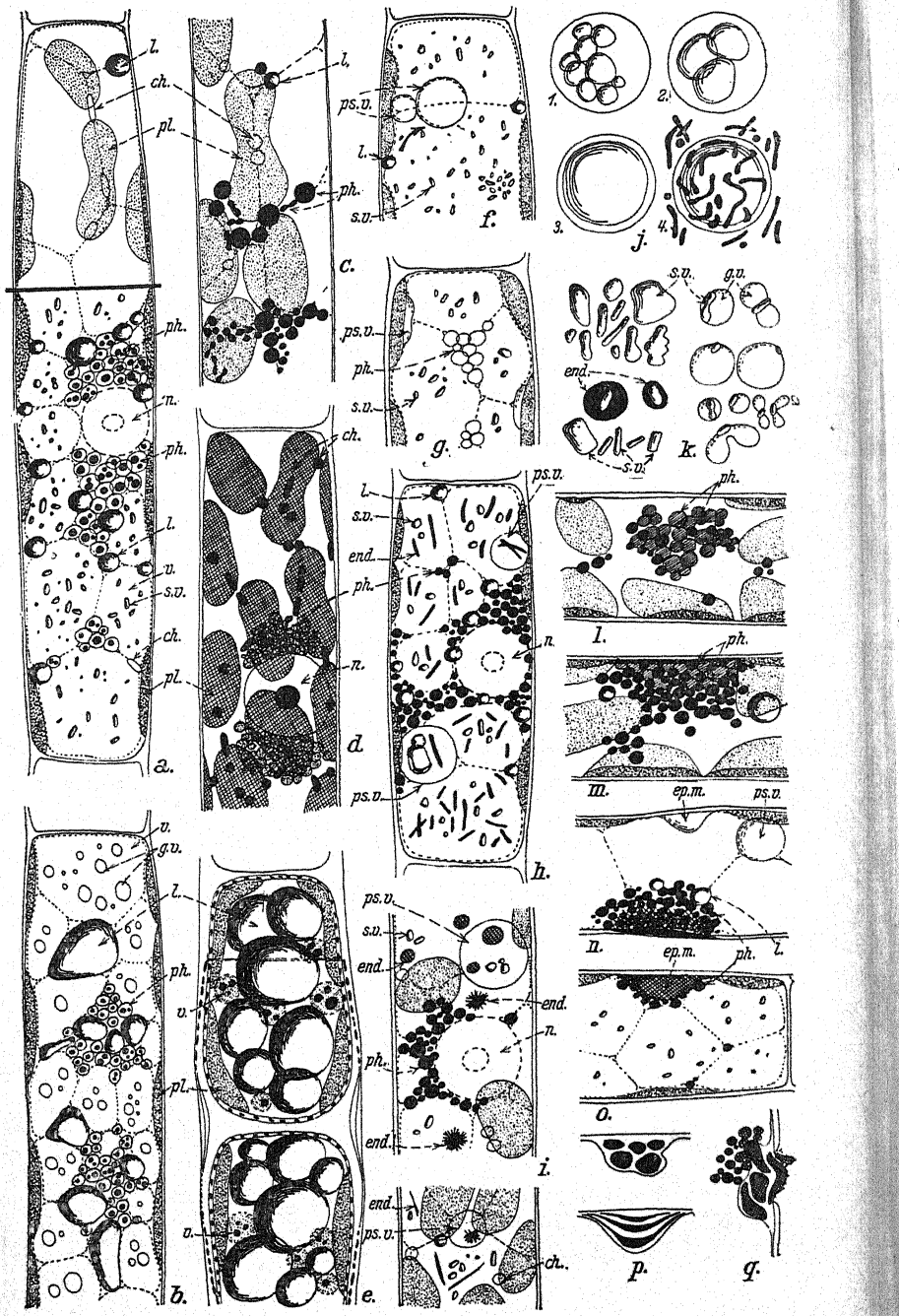


Fig. 98. Unterschrift nebenstehend (S. 121).

Am größten wird der Zellsaftraum bei jenen Heterokonten, bei denen die Zellen ein besonderes Größenwachstum zeigen: *Perone*, *Botrydiopsis* und vor allem bei dem bis zu 2 mm großen, erdbewohnenden *Botrydium*. Hier liegt das Plasma dann in relativ dünner Lage der Zellwand an. Die den Saftraum durchsetzenden Plasmafäden oder Bänder fehlen dann oft völlig. Die Chromatophoren sind dann nur durch eine dünne Plasmalage von der Wand entfernt und bilden eine relativ gleichmäßige Lage im Wandplasma. Etwas unter ihnen liegen dann die Kerne, die ebenfalls eine zweite Lage von Plasmabestandteilen im Wandplasma bilden.

Als geformte, feste Bestandteile treten in Heterokontenzellen Kristalle auf, entweder in der Form von Körnchensand oder als deutliche Einzelindividuen. Sie sind zum Teil nach HAWLITSCHKA wahrscheinlich Ca-sulfat. Sie sind gleich den Kalkoxalatkristallen, die ich bei *Botrydiopsis*, *Arachnochloris* usw. fand, als Exkrete aufzufassen und befinden sich im Zellsaft (vgl. auch die Abbildungen CHADEFAUD (S. 119, 120). CHADEFAUD bestreitet auch, daß die Zellsaftkristalle Ca-Sulfat seien. Siehe auch Fig. 97, 98).

4. Membran.

Über die Membranverhältnisse der vegetativen Zellen der Heterokonten sind wir erst bei wenigen Gattungen unterrichtet. Die einzelnen Gattungen verhalten sich in bezug auf die Membran der vegetativen Zellen, soweit sie behäutet leben, nicht gleich; es läßt sich aber keine Gesetzmäßigkeit aufstellen in der Weise, daß die einzeln lebenden oder kolonialen oder fadenförmigen auch immer bestimmte Membranverhältnisse

Fig. 98. *Tribonema „bombycinum“* (großteils Vitalfärbung): *a* oben Zelle in der Flächenansicht, unten im Längsschnitt; *b* Zelle im optischen Längsschnitt: größere Öltropfen im Maschenwerk des Protoplasten; *c* Flächenansicht einer Zelle; *d* Zelle mit ZENKER-Formol und Fuchsin nach ALTMANN gefärbt; *e* Akineten (vielleicht in der Bedeutung von Autosporen); mit Cresylblau gefärbt, keine Physoden; *f* Zelle mit Pseudovakuolärkörper (eine albuminhaltige Substanz unbekannter Zusammensetzung, vielleicht in Beziehung zum Leukosin stehend, ungefärbt); *g* die gleichen Körper noch abgeplattet den Chromatophoren anliegend, während sie bei *f* kugelige Form angenommen und sich abgelöst haben; *h* Vitalfärbung mit Neutralrot, die gleichen Körper deutlich; *i* Zellen mit der gleichen Substanz, mit Cresylblau gefärbt: Endochromidien violett, sich nach der Färbung in Drusen spitzer, kristallartiger Körperchen umwandelnd; *j* vier verschiedene Formen, die als Pseudovakuolärkörper bezeichneten Substanzen mit ihren Einschlüssen, die Einschlüsse mit der Zeit verschmelzend; *k* die kristallartigen Gebilde (Kristallsand) des Zellsaftes mit ihren Anhangsvakuolen und den Endochromidien; *l–o* Abscheidung von Physoden, die sich an Membranverdickungen anlagern; *p*, *q* metachromatische Massen, die aus den Physoden stammen und in den Verdickungen der Membran encystiert sind (in allen Figuren bedeutet *n* = Kern, *pl* = Plastiden, *ch* = Chrondriosom, *v* = Zellsaftvakuole, *s. v.* = Kristallsand der Vakuole, *g. v.* = Bläschen im Zellsaft, *end.* = Endochromidien, *ps. v.* = pseudovakuoläre Körper, *ph* = Physode; im übrigen sei auf die umfangreiche Arbeit CHADEFAUDS verwiesen) (nach CHADEFAUD).

zeigen. Die Zellen haben entweder Zeit ihres ganzen vegetativen Lebens Membranen, die sich aus zwei Teilen zusammensetzen. Andere lassen eine solche Zweiteiligkeit der Membran zunächst nicht erkennen; sie wird aber deutlich, wenn die Schwärmer oder Autosporen aus der Zelle austreten. Andere haben zweiteilige Membranen nur in bestimmten Entwicklungsstufen und wieder bei anderen Heterokonten haben die vegetativen Zellen eine aus einem einzigen Stück bestehende Membran.

Verhalten sich demgemäß die vegetativen Zellen in der Beschaffenheit ihrer Membran verschieden, so haben die endoplasmatisch gebildeten Sporen, vielfach auch die Cysten und z. T. auch die Riesenzellen bei allen Heterokonten-Gattungen zweischalige Membranen. Dagegen lassen die Akineten oder die Akinetenverbände eine solche Zusammensetzung der Membran nicht immer erkennen.

Zweiteilige Membranen besitzen z. B. die vegetativen Zellen von *Chlorallanthus*, *Acanthochloris*, *Meringosphaera*, *Centritractus*, *Chlorothecium*, *Pseudotetraedron*, *Botryococcus*, *Ophiocytium*, *Tribonema* u. a. und gewiß noch viele andere einzeln lebende Heterococcalen, die bis jetzt noch nicht genügend untersucht worden sind (siehe Fig. 41, 43, 44, 50, 58 *f*).

Vielleicht braucht die Verschiedenheit der beiden (nicht immer direkt und auch nicht stets trennbaren) Hälften der Membran bei manchen Heterokonten zunächst gar nicht so sehr morphologisch zum Ausdruck kommen. Vergleiche die Beschreibung des Membranbaues bei *Chlorobotrys* im syst. Teil (unveröffentlichte Untersuchungen Hutzels).

Bei jenen Formen, deren Membran immer aus zwei Teilen zusammengesetzt ist, greifen die beiden Membranhälften mit oft auskeilenden, zugeschärften Membranrändern übereinander und nur selten stoßen sie direkt mit ihren Rändern aneinander. In vielen Fällen ist die Zusammensetzung der Membran aus zwei Teilen dadurch leicht zu erkennen, daß die zusammen-

Fig. 99. Verschiedene einzellige Heterokonten (Heterococcales), deren Membran aus zwei gleichen bzw. ungleichen Hälften zusammengesetzt ist. *a Acanthochloris* (s. auch Fig. 107); *b Pseudotetraedron:* Zellen nicht rund zylindrisch, sondern zusammengedrückt zylindrisch, von der Breitseite aus gesehen; *c Centritractus* (s. auch Fig. 34*m*); *d, e Chlorallanthus:* Membranhälften gleich groß, Membran skulpturiert, bei *e* eine entleerte Zelle, die beiden Membranhälften auseinandergeklappt (s. auch Fig. 34*h*); *f Botryococcus Braunii:* verkehrt eiförmige Zellen mit glatter Membran. Beide Membranteile sehr ungleich, der obere den unteren deckelförmig abschließend; *g Ophiocytium:* zylindrische Zellen mit ausgesprochenem Längenwachstum, bezüglich des Längenwachstums s. Fig. 101; *h Bumilleriopsis*, die Zweiteiligkeit der Membran wird erst bei der Schwärmerentleerung deutlich; *i, k* zwei *Chlorothecium*-Arten. Membran zweiteilig. Da nur ein Membranteil in die Länge wächst, sind beide Membranteile oft sehr ungleich. Der obere sitzt deckelförmig dem unteren auf. Bei der Vermehrung wird der obere deckelförmige Teil abgestoßen und die meist in der Vielzahl gebildeten, ungleichgeißeligen Schwärmer treten, meist mit dem Hinterende voraus, aus der Zelle.

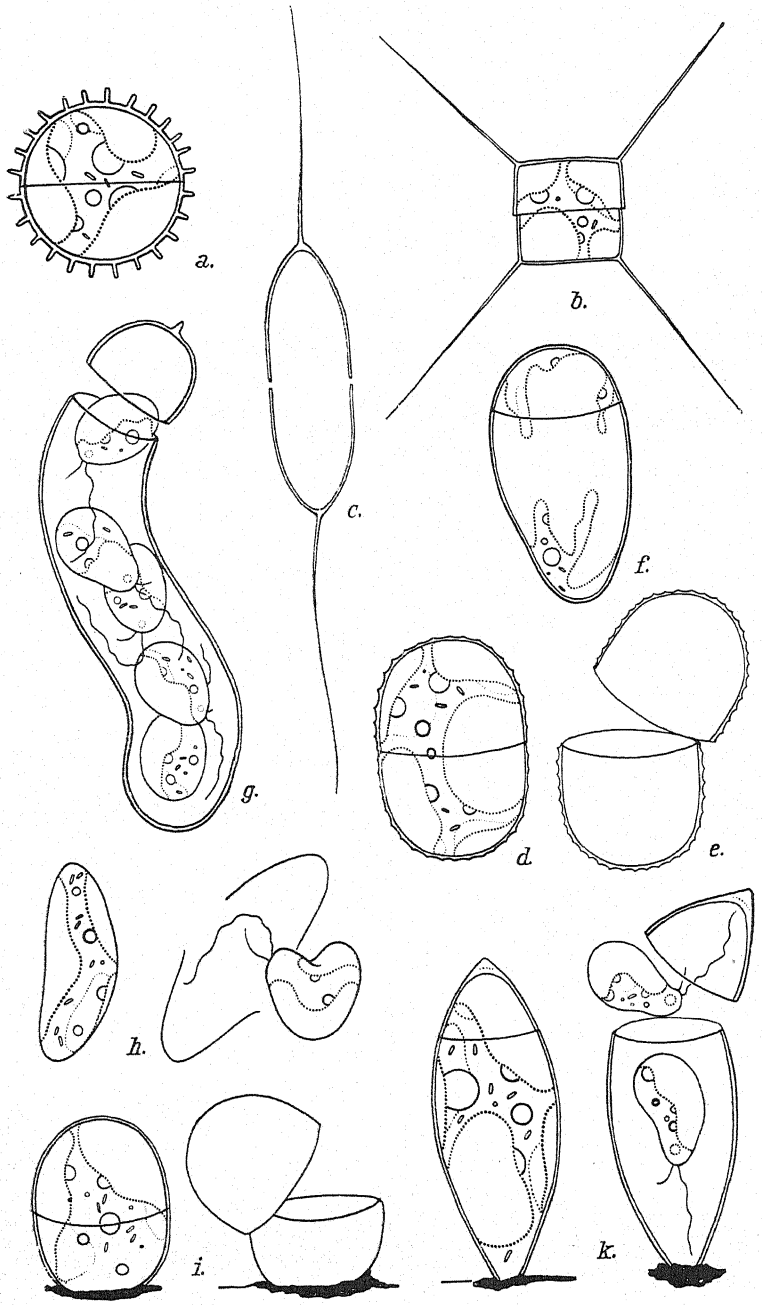


Fig. 99. Unterschrift nebenstehend (S. 122).

stoßenden Ränder leicht erweitert sind und etwas divergieren (manche *Tribonema*-Arten, sehr häufig bei älteren *Centritractus* u. a.) oder dadurch, daß die Ränder der beiden Membranhälften (besonders bei Sporen) etwas wulstig verdickt sind. In manchen Fällen gelingt es, die Zusammensetzung der Membran aus zwei Teilen zu erweisen, indem die Zellen in 60- oder mehrprozentiger Kalilauge vorsichtig erwärmt und die Zellwände gequollen werden. Der Protoplast kann auch mit Schwefelsäure zum Quellen gebracht werden, wobei die Membran gesprengt wird (*Heterothrix*).

Die beiden Teile der Membran sind entweder gleich oder sehr ungleich, bei *Tribonema* (siehe Fig. 42, 77 *f*) wird der Protoplast der zylindrischen Zelle eingeschlossen von zwei annähernd äquatorial aneinanderschließenden, meist gleichlangen Membranhälften. Nur in Ausnahmefällen sind die beiden Membranhälften hier deutlicher ungleich. Die Zellen der einzeln lebenden Gattungen *Pseudotetraedron* (siehe Fig. 58 *f*) und *Centritractus* (siehe spez. Teil) wie auch *Chlorallanthus* (siehe Fig. 99*d*, *e*) zeigen ebenfalls oft gleichlange und gleichgestaltete Membranstücke. Andere Formen haben sehr ungleiche Membranstücke. Bei *Chlorothecium* (diese Gattung in jenem Umfange genommen, der der Bearbeitung hier zugrunde gelegt ist, siehe Fig. 101; und spez. Teil) schließt der obere Teil der Zelle den unteren, größeren Teil förmlich deckelartig ab. Das gleiche ist der Fall bei *Ophiocytium* sect. *Sciadium* (Fig. 100 *a*), deren langzylindrische, gerade bis mannigfaltig gekrümmte Zellen an dem einen Ende von einem ganz kurzen, deckelartigen Teil abgeschlossen werden, der um das Vielfache kürzer ist als der andere Membranteil, der die eigentliche Zellwand bildet (siehe Fig. 99*g*, 101). Oft sind Topf und Deckel durch ihre Dicke, in ihrer Lichtbrechung oder durch Eiseninkrustationen verschieden.

Andere einzellig lebende behäutete Heterokonten besitzen die zweischalige Membran nur in bestimmten Entwicklungsstufen. Vielleicht ist dies der Fall bei der einzelligen Heterococcale *Botrydiopsis*. Bei dieser eigenartigen Alge hängen die jugendlichen, kleinzelligen Ausbildungen an der Oberfläche des Wassers, vergleichbar kleinen Deckenlampen (siehe Kapitel Biologie, S. 185). Diese kleinen Zellen besitzen möglicher Weise eine aus zwei Teilen zusammengesetzte Membran (siehe syst. Teil). Der untere, fast hohlkugel- und topfförmige Teil wird abgeschlossen durch einen kleinen, flachen Deckel, der meist noch von einem inkrustierten Gallertscheibchen umgeben

ist, mittels welchem die kleinen Zellen an der Wasseroberfläche hängen.

Bei der marinen Gattung *Halosphaera* scheint die Membran ebenfalls periodenweise (?) aus zwei Stücken zusammengesetzt zu sein: gewisse, als Häutungsstadien der an Größe zunehmenden Zelle zu bezeichnende Zustände lassen nur schwer eine andere Deutung zu.

Wie Klebs (1896, S. 378) gezeigt hat, stellt die Zellwand von *Bumilleria* einen vollkommen geschlossenen, zylindrischen Schlauch vor und ist nicht von vornherein aus zwei Hälften zusammengesetzt. Behandelt man die Zellen mit konzentrierter Schwefelsäure, so erhält man ein ganz anderes Bild als bei *Conferva* = *Tribonema*. Der Zellinhalt quillt stark, dehnt die Zellhaut aus, bis sie an der dünnsten Stelle, gewöhnlich dem einen Ende genähert, platzt; niemals findet eine regelmäßige Spaltung statt. Demnach besitzt die vegetative Zelle von *Bumilleria* eine einheitliche Membran. Kommt es aber zur Teilung der Zellen, so wird die Membran der Mutterzelle annähernd äquatorial in zwei Stücke zerspalten, die nun durch das Wachstum der Tochterzellen auseinandergerissen werden. Das gleiche trifft auch zu für *Bumilleria spirotaenia*.

Etwas anders verhält sich die von Klebs studierte *Bumilleria exilis* = *Heterothrix exilis*. Hier werden die Hälften der Membranen erst bei der Teilung bzw. bei dem Aufreißen der Mutterzellhaut klar. Bei *Heterococcus* konnte ich, soweit ich die Vermehrung an ihr sah, nur Erscheinungen sehen, die nicht für die Anwesenheit einer zweiteiligen Membran sprechen. Da die Zellen von *Neonema* in dicke Gallerthüllen eingebettet sind, die sich sicher, wenigstens zum Teil, als weitgehend vergallertete Zellmembranen erweisen, so ist für *Neonema* die Existenz zweiteiliger Membranen, selbst wenn sie vorhanden sind, nicht leicht zu erweisen.

Die Membranverhältnisse des festsitzenden und verzweigten *Heterodendron*, das einem *Phaeothamnion* (Chrysophycee) ähnlich sieht, sind nicht untersucht; die Zellen scheinen eine Membran zu haben, die nicht aus zwei Stücken zusammengesetzt ist.

Die Membran scheint bei keiner behäuteten Heterokonte einschichtig zu sein. Zumindest scheint eine differenzierte Innenschicht vorhanden zu sein, die manchmal deutliche Zellulose-Reaktion gibt. Diese Innenschicht (die sich vielleicht wieder aus mehreren Schichten zusammensetzt) spielt insofern eine Rolle, als bei der Schwärmer- oder Autosporenentleerung

die innerste Schicht blasenartig gedehnt wird, und vorausgesetzt, daß sie nicht vorher gerissen ist, geschlossen austritt. Bei Zellen mit zweiteiligen Membranen können beide Membranteile oder einer dann kappenartig eine Zeitlang an der Blase kleben bleiben (siehe Fig. 175 *d* *Chlorothecium*, spez. Teil). Durch Aufreißen der Blase werden die Keime frei.

Bei allen Heterokonten können beim Austritt der Zoo- und Autosporen die Innenschichten sehr stark verquellen. In nur einer Richtung: Stielbildung bei *Mischococcus*.

Größenwachstum der Zellen und Membranwachstum.

Während viele Heterokonten-Gattungen das Wachstum der vegetativen Zellen bald abschließen, haben andere Gattungen ein langandauerndes Wachstum. Bei Formen mit einteiliger Membran wird das Wachstum der Membran der Volumenzunahme auf dieselbe Weise erfolgen wie bei den Zellen anderer Pflanzen.

Bei den Formen, deren Membranen aber dauernd aus zwei Teilen bestehen, erfolgt das Längen- bzw. Flächenwachstum der Membran und damit das Größenwachstum der Zelle in einer sehr auffallenden Weise, die 1897 durch Bohlin untersucht wurde. Bohlin konnte feststellen, daß die Halbstücke der Membranen von *Tribonema* und *Ophiocytium* in sehr eigenartiger Weise Schichtungen zeigen. Diese Schichtungen werden deutlich, wenn die Zellen mit 60prozentiger erhitzter Kalilauge gequollen wurden oder wenn Färbungen mit Kongorot vorgenommen wurden. Derartig behandelte Membranen zeigen eine eigenartige, fiederige und divergierende Längsstreifung. Diese schiefen Längsstreifen entsprechen Schichtensystemen, aus denen sich diese Membranstücke zusammensetzen (siehe Fig. 102, *Tribonema* und Fig. 101, *Ophiocytium*). Bei *Tribonema* sind solche Schichtungen in beiden Membranstücken nachzuweisen; bei *Opiocytium* in der gleichen Aufstellung der Figuren, aber nur in dem einen unteren großen Membranstück, während der kleine, oft stark verdickte, mit seinen oft geschärften Rändern über das untere Membranstück greifende Deckel solche Schichtungen nicht zeigt.

Die Schichtungslinien nehmen einen eigenartigen Verlauf. An den Querwänden sind die Linien einander sehr genähert, an den Längswänden beginnen sie zu divergieren, und zwar um so früher, je älter sie sind, und um so später, je jünger sie

sind. Die in bezug auf die Zelle innersten Schichtungslinien sind die längsten, die äußersten die kürzesten.

Diese Schichtlinien geben tatsächlich die Grenzen von Membranschichten an. Die Membran der fertigen Zelle bzw.

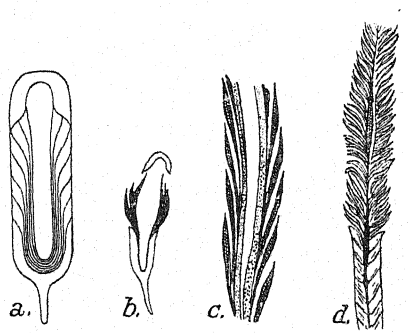


Fig. 100. Darstellung des Längenwachstums bei *Ophiocytium*, bei *a* Membran der Zelle aus zwei sehr ungleichen Hälften bestehend, von denen die kleinere obere deckelartig die untere abschließt. Am Längenwachstum beteiligt sich nur die untere Membranhälfte. Zuerst waren die beiden Membranhälften gleich, dadurch aber, daß in die untere Membranhälfte fingerlingartig immer neue Zuwachsschichten eingeschoben wurden, die gegen den Rand sich sehr stark verdicken, erfolgt das eigenartige Längenwachstum; *b* die beiden ursprünglichen Membranteile voneinander geschoben durch die später eingeschobenen Zuwachsschichten; *c* ein Teil der Ophiocytiumzellwand mit den voneinander isolierten Endteilen der Zuwachsschichten; *d* das gleiche.

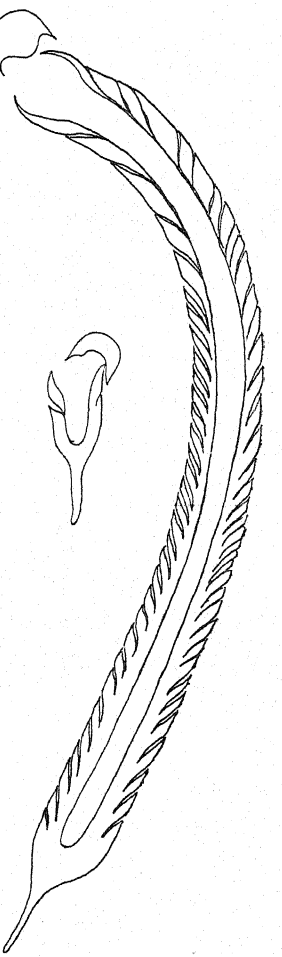


Fig. 101. Membran von *Ophiocytium:* links eine kleine *Ophiocytium*-Zelle, zwischen unterem und oberen Membranteil ein einziges Zuwachsstück eingeschoben. Rechts: lange Zelle von *Ophiocytium* mit zahlreichen Zuwachsstücken. Bei *Ophiocytium* sind die Zuwachsstücke auf den unteren Teil der Membran beschränkt, während der obere Teil der Membran kurz und deckelartig bleibt (nach BOHLIN).

die Membranstücke sind bei *Tribonema* und *Ophiocytium* zusammengesetzt aus einer entsprechend der Länge schwankenden Zahl von Schichten. Die äußersten Schichten (s. Fig. 100 *a*, 102) sind die kürzesten und, je mehr die Schichten nach innen gelagert sind, desto länger werden sie sukzessive und desto stärker verdicken sie sich an ihrem Außenrande. Alle diese Schichten sind distal am dicksten; sie verdünnen sich, je mehr sie sich

den Querwänden der Zelle nähern. Die Längswand einer solchen *Tribonema*-Zelle oder eines *Ophiocytium* wird daher von den sukzessive aufeinanderfolgenden bzw. den immer mehr verdickten Endteilen der ineinander steckenden Membranschichten gebildet, wobei, es sei dies wiederholt, beide Membranstücke auf diese Weise an der Bildung der Längswand beteiligt sind (*Tribonema*, siehe Fig. 102, 103) oder nur das eine Membranstück (*Ophiocytium*, siehe Fig. 100, 101).

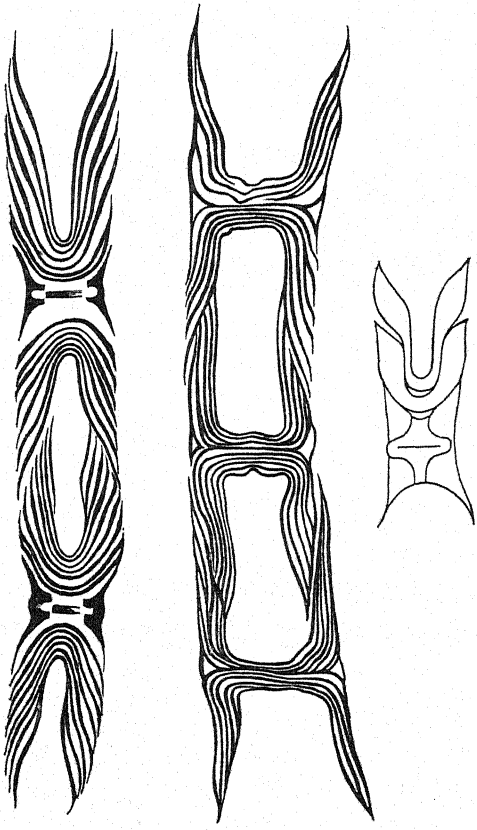


Fig. 102. *Tribonema:* Die H-Stücke ebenfalls durch fingerlingartig ineinandergeschichtete Zuwachsstücke verlängert (nach BOHLIN).

In manchen Fällen, besonders bei sehr dickwandigen Ophiocytien oder abnorm dickwandigen Tribonemen, ist die Zusammensetzung der Membran aus solchen ineinander steckenden distal stark verdickten Schichten bereits ohne Präparation zu sehen: im optischen Längsschnitt zeigt die Membran eine feine schräge Strichelung, die bei den Querwänden und in ihrer Nähe einen steilen, aber bei zunehmender Entfernung von den Querwänden einen immer schieferen Verlauf hat.

Werden Tribonemen oder Ophiocytien zeitweise in sehr schwachen Kongorot-Lösungen und zeitweise wieder in kongorotfreien Nährlösungen kultiviert, so kann es nach BOHLIN gelingen, die in den einzelnen Kulturperioden entstandenen Schichten deutlich zu machen (siehe Fig. 103).

Diese von BOHLIN festgestellte Schichtung entspricht, wie er nachgewiesen hat, auch tatsächlich dem Längenwachstum

dieser zylindrischen Zellen von *Tribonema* und *Ophiocytium*. Dieses Längenwachstum erfolgt hier sehr eigenartig und übereinstimmend (siehe auch Kapitel über Verwandtschaft) mit dem Längenwachstum verschiedener Chrysophyceenzellen bzw. Gehäuse (Chrysomonaden, siehe Fig. 125, Rhizochrysidinen) sowie jenen Diatomeen (*Rhabdonema*, siehe Fig. 126), die ein Längenwachstum der Zellen haben.

Beim Längenwachstum der Zellen von *Tribonema* und *Ophiocytium* werden solche fingerlingartige Zuwachsstücke entweder beiden Membranhälften angelagert (*Tribonema*) oder nur einer (*Ophiocytium*). Natürlich wird dadurch der Längenunterschied der Membranstücke bei *Ophiocytium* immer größer. Ein solches Einschubstück steckt tütenförmig im vorhergehenden Membranstück, ist an der Basis am dünnsten, verdickt sich nach vorn immer mehr und greift schließlich mit seinem verdickten Rande über den Vorderrand des vorhergehenden Membranstückes über, ohne daß aber die Zelle dadurch dicker wird (siehe Fig. 100 *a*, *b*, *c*, *d*, 101, 102, 103, 104, 105, 106). Die ersten Einschubstücke sind relativ kurz und ihre distale Verbreiterung oft sehr schmal, die späteren aber werden sukzessive immer länger, wie auch ihre distalen Ränder immer breiter werden. Bei jenen Formen, bei denen die beiden Halbstücke der Membran solche Einschubfingerlinge bilden, erfolgt das Längenwachstum der Membran sehr rasch. *Tribonema*-Zellen erreichen nach der Teilung oft in unglaublich kurzen Zeiten die normale Länge. Bei *Ophiocytium* werden, wie bereits erwähnt, die fingerlingartigen Einschubstücke nur in der einen Membranhälfte ausgebildet. Das Wachstum der Zelle erfolgt hier weniger rasch, doch stetig, und tatsächlich können bei *Ophiocytium* trotz des komplizierten Membranwachstums die Zellen eine Länge von 1,5 mm erreichen. Die fingerlingartigen Einschubstücke vermitteln also dadurch,

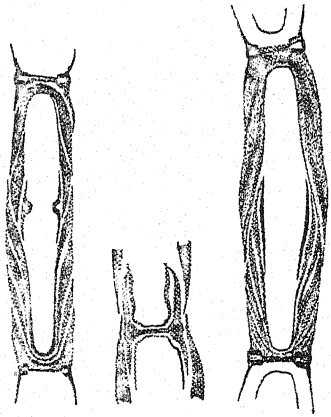
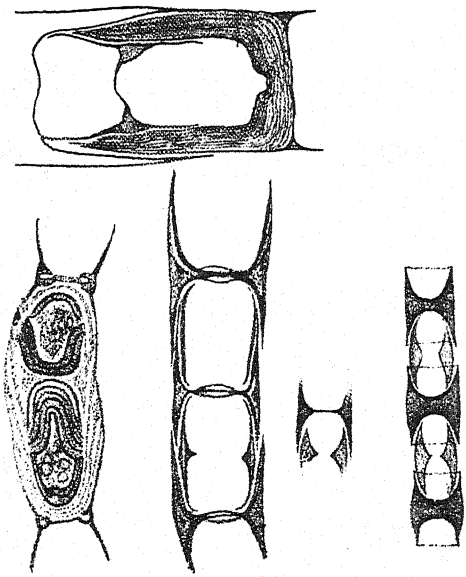


Fig. 103. Schichtenförmiger Aufbau der *Tribonema*-Membran, die Schichtung kommt durch die Bildung von ineinandersteckenden Fingerlingen zustande. Rechts und in der Mitte Bildung der neuen H-Stücke bzw. erstes Wachstum dieser H-Stücke (nach BOHLIN).

daß ihre distalen Ränder sehr breit sind und diese Ränder dicht aneinander schließen, das Längenwachstum dieser zylindrischen Zellen. Man kann diese fingerlingartigen Einschubstücke direkt als die Zuwachsstücke der Membran und ihre distal verbreiterten Ränder, die das eigentliche Längenwachstum besorgen, direkt als Verlängerungsstücke der Zellmembran bezeichnen (siehe Schema zu *Ophiocytium* und *Tribonema*) (Fig. 106).



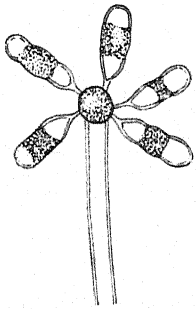


Fig. 105. *Ophiocytium:* Einschubzonen zwischen den beiden primären Membranhälften, durch Kongorot gefärbt (nach BOHLIN).

Fig. 104. *Tribonema:* Zusammensetzung der Membran aus H-Stücken, Verlängerung der H-Stücke durch fingerlingartig ineinandersteckende Zuwachsstücke (nach gequollenen gefärbten Präparaten, nach BOHLIN).

Ich konnte mich nun überzeugen, daß speziell bei jenen fingerlingartigen Zuwachsstücken, die die relativ jüngsten sind, sich oft nur die distalen verbreiterten Zuwachsreifen nachweisen lassen, während an ihnen die gegen die Querwand herablaufenden Wandteile und vor allem das Bodenstück dieses Zuwachsfingerlings nicht erweisbar waren. Es sind nun zwei Fälle möglich: 1. daß die anliegenden Teile der Fingerlingwand und der Fingerlingboden selbst bei den späteren Zuwachsstücken nicht mehr ausgebildet werden, und daß solche Zuwachsfingerlinge dann eigentlich nur auf die Bildung des verbreiterten Zuwachsreifens beschränkt sind. Dann würden aber Verhältnisse entstehen, die der Form des Zuwachses der Diatomeenschalen oder der Gehäuse von *Dinobryon* oder *Hyalobryon*, bei denen ebenfalls die Verlängerung durch angesetzte Zuwachsringe erfolgt, völlig gleichen (Fig. 125, 126).

Oder zweitens: die Bodenteile der Einschubstücke würden zwar angelegt, später aber zurückgebildet. Auch dafür gibt es Analogien.

Im übrigen sind wir gerade über die Verhältnisse bei der ersten Anlage der Membran sehr schlecht unterrichtet.

Bemerkt sei ferner, daß in zerfallenden und von Bakterien abgebauten *Tribonema*-Fäden und *Ophiocytium*-Zellen die Struktur und Schichtung ohne weitere Präparation manchmal direkt

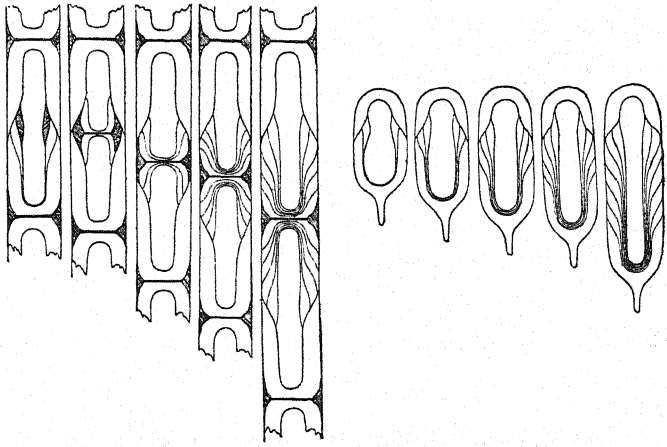


Fig. 106. Schema des Längenwachstums der Zelle bez. der Membran: rechts von *Ophiocytium:* hier das Längenwachstum beschränkt auf die untere Membranhälfte, die obere bleibt unverlängert und wird deckelartig; links: das gleiche von *Tribonema*. Bei *Tribonema* die Zuwachsstücke nur im neuen H-Stücke eingezeichnet (nach BOHLIN).

erkennbar ist, genau so wie ich es seinerzeit für die Gehäuse von *Dinobryon* bzw. *Epipyxis* (siehe Fig. 125*b*) angegeben habe. Die Substanzen der einzelnen Schichten scheinen nicht völlig identisch zu sein. Zwischen den durch die Verquellung nachweisbaren Schichten scheint eine chemisch etwas anders beschaffene Zwischensubstanz vorhanden zu sein. Durch die Enzyme von Bakterien werden diese Zwischensubstanzen, deren Natur noch unbekannt ist, viel früher angegriffen und gelöst als die Substanz der Schichten selber. Durch die Herauslösung der Zwischensubstanz aber blättern sich die Schichten gewissermaßen etwas auf und die Zusammensetzung der Membranstücke aus fingerlingförmigen, tütenartig ineinander geschobenen Zuwachsstücken wird dann direkt ohne Präparation sichtbar, vorausgesetzt, daß gerade dieses, im übrigen rasch ablaufende Stadium des Membranabbaues zur Beobachtung kommt. In kurzer Zeit

werden auch diese Zuwachsschichten selber abgebaut. Es ist auffallend, wie rasch die Membranen von *Tribonema* und *Ophiocytium* wie anderer Heterokonten im Detritus verschwinden.

Es ist klar einzusehen, daß diese Form des Wachstums der Zelle nur bei zylindrischen Zellen möglich ist. Nur bei zylindrischen Zellen können die aufeinanderfolgenden Schichten bzw. Einschubstücke wegen des gleichen Querdurchmessers der zylindrischen Zelle mit ganzer Fläche miteinander in Verbindung bleiben. Bei den kugelförmigen Zellen erfolgt aber die Zunahme nicht nur in einer Dimension, sondern nach drei Dimensionen. Ein Beisammenbleiben der sukzessive aufeinanderfolgenden Schichten der Membran einer kugelförmigen Zelle, die immer größer werdenden Kugelinhalten entsprechen, ist aber bei den kugeligen Formen, da sie ja auch nach den beiden anderen Dimensionen des Raumes in die Größe wachsen, unmöglich. Bei solchen kugeligen Zellen bekommen die mit dem vorschreitenden Größenwachstum der Zelle aufeinanderfolgend gebildeten Schichten bzw. die ihnen entsprechenden Kugelschalen einen immer größer werdenden Durchmesser. Die kleineren, vorher gebildeten Schichten, die einem kleineren Durchmesser entsprechen, sitzen schließlich nur mehr lose als kleines Käppchen auf. Die älteren Halbkugelschichten können, eben weil sie kleiner sind, nicht in dauernder Verbindung mit den später gebildeten größeren bleiben und werden in der Form von kleinen, oft verzogenen und zerrissenen Kappen, die noch eine Zeitlang mit der größer werdenden Zelle in Verbindung bleiben, abgestoßen. Das ist gelegentlich, allerdings sehr selten, bei *Halosphaera* zu sehen (vergleiche die im speziellen Teil nach Gran gegebenen Abbildungen) und kommt auch vorübergehend, allerdings bei diesen nur selten sichtbar, da der Zusammenhang sehr locker ist, bei *Botrydiopsis* vor.

Über die Beschaffenheit der Membran der großen, bereits makroskopisch sichtbaren Zellen von *Botrydium* haben wir keine Angaben. Jedenfalls besteht sie aus mehreren Schichten, in denen dann bei der Entleerung der Schwärmer die inneren zu quellen scheinen. Eine kutikulare Schicht konnte Miller (1927, S. 159) nicht nachweisen.

Inwieweit eine kutikulare Schicht bei den anderen Heterokonten-Zellen vorhanden ist, vermag ich nicht zu sagen. Ich glaube, daß viele Angaben von Kutikularschichten bei Algen,

die im Wasser leben, auf Autosuggestionen zurückgehen, die durch die gewohnten Vorstellungen von der Oberfläche der Landpflanzen ausgelöst werden.

Skulptur der Membran.

Die Membranen der meisten Heterokonten sind glatt. Dies trifft insbesondere für die fädigen wie für die siphonalen Formen zu, gilt aber auch für den Großteil der Heterococcalen. Bei Tribonemen wird manchmal eine Struktur der Membranen dadurch vorgetäuscht, daß die Ränder der oben behandelten, ineinander steckenden Zuwachsstücke manchmal in der Form von Querrillen zu sehen sind, besonders dann, wenn die Membransubstanz irgendwie gequollen oder bereits im Stadium des Abbaus ist. Dagegen besitzt eine Reihe von Heterococcalen eine sehr ausgesprochene und regelmäßige Struktur der Außenseite der Wand. Bei *Arachnochloris* ist die Wand an ihrer Außenseite durch in Reihen angeordnete, kleine, kreisrunde Felderchen sehr zart bis derb skulpturiert. Es handelt sich hier um kreisrunde leichte, Vertiefungen der Membran, zwischen denen sehr regelmäßige sechseckige Netze von Membranleisten stehen. In der gleichen Weise skulpturiert ist die Membran von *Chlorallanthus* (siehe die Zusammenstellung skulpturierter Heterococcales Fig. 107). Gleiche Skulptur, allerdings infolge der abweichenden Form der Zelle, z. T. in etwas anderer Anordnung, zeigen die Zellen von *Goniochloris* (siehe Fig. 107 *c*, 108 *A*), wo sie Geitler (1928, S. 104) an *G. sculpta* zuerst sah. Auch *Tetraedriella* wie *Tetragoniella* zeigen im Prinzip die gleiche Skulptur, die bei *Tetragoniella* so deutlich ist, daß sie auch mikrophotographisch wiedergegeben werden konnte (Pascher 1930, Taf. 21, Fig. *g*).

Bei manchen Formen scheint es sich nicht um einfache Dellen zu handeln. Zwischen zwei benachbarten Dellen ist die trennende Membranleiste nach beiden Seiten hin parallel zur Oberfläche der Zelle schienenartig verbreitert. Die Dellen sind daher nach vorne zu einer etwas kleineren Öffnung verengt: sie stellen gewissermaßen Kämmerchen dar (siehe Fig. 108 *B*). Diese Skulptur sieht der Membranskulptur gewisser Diatomeen auffallend ähnlich.

Die erwähnten porenartigen, kreisrunden Vertiefungen sind bei nicht runden Zellen gegen die Ränder und Kanten der Zellen zu nicht selten elliptisch verzogen.

Auffallend ist der Umstand, daß die Reihen, in denen diese Skulpturen angeordnet sind, in verschiedener Weise zueinander gestellt sein können. Entweder liegen in zwei benachbarten Reihen von Vertiefungen die Vertiefungen nebeneinander oder

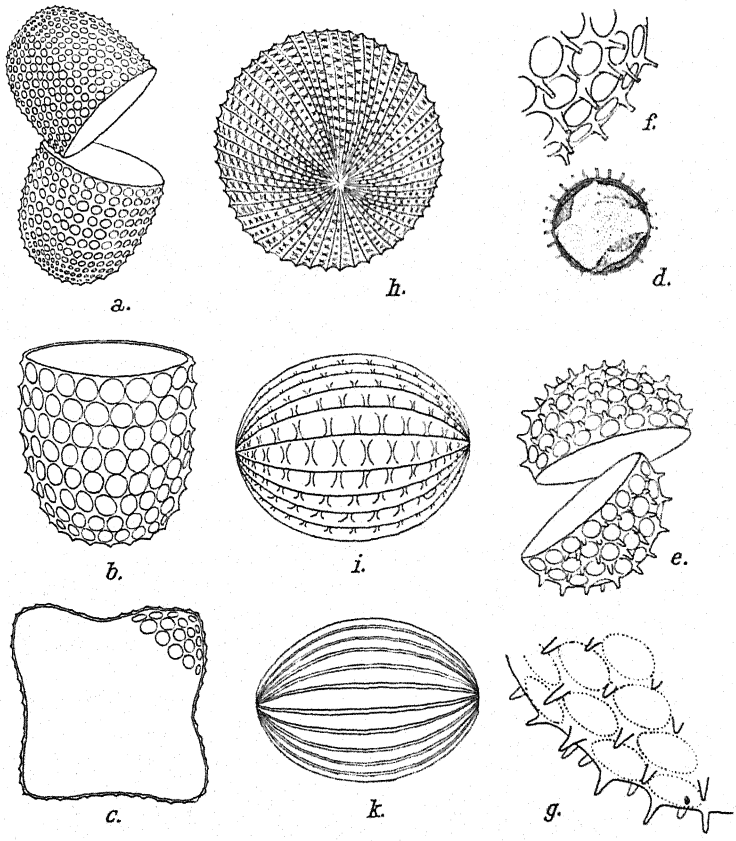


Fig. 107. Membranskulpturen bei Heterococcalen. *a* und *b* *Chlorallanthus:* Membran mit dicht nebeneinanderstehenden und reihig angeordneten, dellenförmigen Vertiefungen versehen. Zwischen den dellenförmigen Vertiefungen rippenförmig vorspringende Leisten, welche im optischen Längsschnitt zahnartig aussehen. Man beachte die verschiedene Anordnung der Dellenreihen. In der oberen Figur *a* die Dellenreihen sich rechtwinklig schneidend, die einzelnen Dellen regelmäßig neben- bzw. untereinander. In der unteren Figur die einzelnen Dellen abwechselnd stehend. Bei schwächerer Vergrößerung kommt bei der oberen Zelle ein rechteckiges Gittermuster, bei der unteren Zelle ein sechseckiges Gittermuster zustande (vgl. auch Fig. 108 *A*); *c* *Goniochloris tetragona:* kissenförmige Zellen mit regelmäßig angeordneten Dellen; *d–f* *Akanthochloris brevispinosa*; *d* optischer Längsschnitt durch eine Zelle; *e* Membran aus zwei Teilen bestehend, die durch abwechselnde Reihen von Dellen skulpturiert ist, zwischen welchen Dellen die Membran warzenförmig bis kurz stachelförmig vorgezogen ist; *f* ein Stück davon stark vergrößert; *g* die gleiche Membranskulptur bei einer *Chlorallanthus*-Art; *h*, *i*, *k* *Aulakochloris:* Drei verschiedene Arten, bei ihnen die Längsrippen zwischen den Längsreihen der Dellen sehr stark betont. Die reihenförmig angeordneten Dellen sehr deutlich; *j* die Längsrippen zwischen den relativ großen und wenig betonten Dellen sehr deutlich; *k* die kleinen Dellen verschwunden, nur mehr die Längsrippen erhalten, diese Zellen erscheinen nur mehr längsgestreift. Übergang vom Dellensystem zum Streifensystem (siehe Fig. 108 *C*).

die Vertiefungen zweier benachbarter Reihen wechseln miteinander ab. Dementsprechend schneiden sich dann die Reihensysteme entweder unter einem Winkel von 90 Grad (siehe Fig. 107*a*) oder einem Winkel von 60 Grad (siehe Fig. 108*A*, *B*). Demgemäß weichen die einzelnen Formen ziemlich gesetzlos voneinander ab, denn innerhalb des gleichen Materials einer Art konnte ich Formen mit rechtwinklig wie mit unter 60 Grad sich schneidenden Reihensystemen finden.

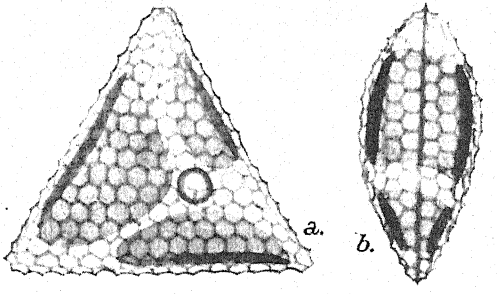


Fig. 108 *A*.

Fig. 108 *B*.

Fig. 108 *A*. *Goniochloris sculpta: a* Zellen von der Breit-, *b* von der Schmalseite aus gesehen. Die Membran erscheint mit sechseckigen Waben skulpturiert. In Wirklichkeit handelt es sich um mehr oder weniger kreisförmige Vertiefungen in der Membran, deren Zwischenleisten dadurch, daß die einzelnen Dellen miteinander abwechseln, zu sechseckigen Figuren zusammenschließen. Bei anderen Formen die Dellen nicht abwechselnd, worauf mehr quadratische Skulpturen entstehen (nach GEITLER).

Fig. 108 B. Membranskulptur bei Heterococcalen: die Membran in regelmäßiger Weise muldenförmig vertieft, die dazwischenstehenden Leisten an ihrem freien Rande verbreitert, der Eingang in die muldenförmigen Vertiefungen dadurch verengt; weitgehende Ähnlichkeit mit Skulpturen bei Diatomeen.

Die zwischen den Vertiefungen befindlichen Membranleisten springen manchmal sehr weit vor und geben dann eine deutlich kerbige Kontur, wie sie besonders bei *Chlorallanthus*, *Goniochloris*, *Tetraedriella* und *Tetragoniella* auffällt (siehe Fig. 107 *a*, *b*, *c*, *h*, 108). Natürlich sehen auch kugelige oder elliptische Zellen mit Skulptur gekerbt aus.

Dadurch nun, daß die Membranleisten, die zwischen den erwähnten Membranvertiefungen meist ein sechs-, seltener viereckiges Maschenwerk bilden, zwischen den Membranvertiefungen stellenweise stark vorspringen, bekommen die Zellen ein kurz stacheliges Aussehen: siehe die Abbildung von *Asterogloea gelatinosa*, wo die auf diese Weise entstandenen Vorsprünge mehr plump und warzenartig und manchmal unregelmäßig sind. Dagegen ist bei *Acanthochloris brevispinosa* den Ecken der

Sechsermaschen je ein zarter, zylindrisch-konischer, stumpfer oder spitzer, radiär orientierter Stachel aufgesetzt (Fig. 107, *d*, *e*, *f*, *g*). Diese Stacheln geben in ihrer Gesamtheit der Zelle ein eigenartig strahliges Aussehen (siehe auch *Chlorallanthus spinosa*).

Eine eigenartige Weiterentwicklung der oben ausführlich besprochenen Membranstruktur konnte ich erst in letzter Zeit für eine neue Heterococcalengattung — *Aulakochloris* —

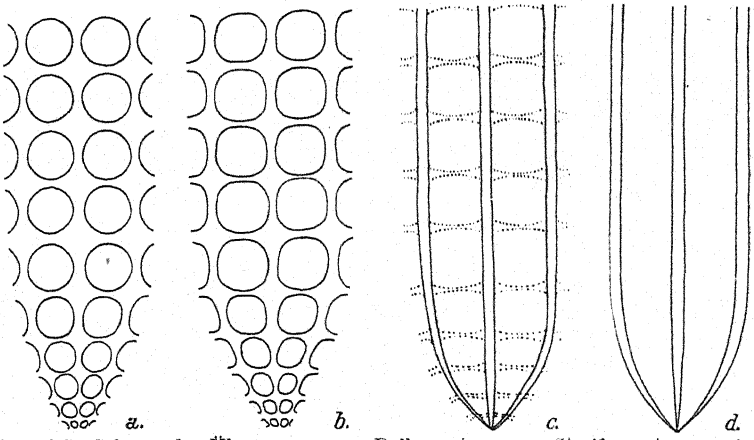


Fig. 108C. Schema des Überganges vom Dellensystem zum Streifensystem. *a* Ausschnitt einer Oberflächenansicht einer ellipsoidischen Zelle. Kreisförmige Dellen, die in rechtwinkligen Reihen angeordnet sind. Leisten zwischen den einzelnen Dellen sowohl in den Längs- als auch Querreihen der Dellen gleich; *b* die gleiche Anordnung der Dellen, doch die Längsleisten zwischen den reihenförmig angeordneten Dellen stark, mehr als die Querleisten betont; *c* die Längsleisten zwischen den Dellenreihen gleichmäßig entwickelt und rippenartig vorspringend. Die Querleisten zwischen den Dellen sehr undeutlich, die Dellen bereits sehr flach; *d* die Querleisten zwischen den Dellen vollständig verschwunden. Dellen ebenfalls meistens nicht mehr entwickelt, dafür aber mächtige Längsleisten, die rippenartig vorspringen, entwickelt.

beobachten. Die ellipsoidischen Zellen dieser Gattung zeigen eine Membranskulptur in der Weise, daß rippenartige Leisten in annähernd gleichen Abständen von Pol zu Pol ziehen. Von den Polen aus gesehen erscheinen diese Zellen ganz regelmäßig gekerbt. Bei der einen Art *A. costata* (siehe Fig. 107 *k*) ist außer diesen Längsleisten nichts zu sehen. Andere Arten aber (*A. areolata*) (Fig. 107 *h*, *i*) haben zwischen diesen Längsleisten in ziemlich regelmäßigen Abständen kleine zarte Querwände eingeschoben, die nicht ganz die Höhe der Längsleisten erreichen. Diese eigenartige Skulptur der Membran läßt sich gut auf die netzige Skulptur anderer Heterococcalen, z. B. *Chlorallanthus* oder *Goniochloris*, zurückführen unter der Annahme, daß die Membranleisten, die in ihrer Richtung mit der Längsachse zusammenfallen, besonders gefördert sind, die an-

deren aber weniger stark ausgebildet und schließlich ganz rückgebildet werden. Ob man dabei von Formen ausgeht, bei denen die Membranvertiefungen in Längs- und Querreihen stehen oder in Reihen, die sich unter einem annähernden 60-Grad-Winkel schneiden, ist ziemlich irrelevant. Ich gebe ein Schema der Ableitung dieser leistenförmigen Skulptur von der netzförmigen wieder (siehe Fig. 108), die besser als Worte die Annahme erläutert.

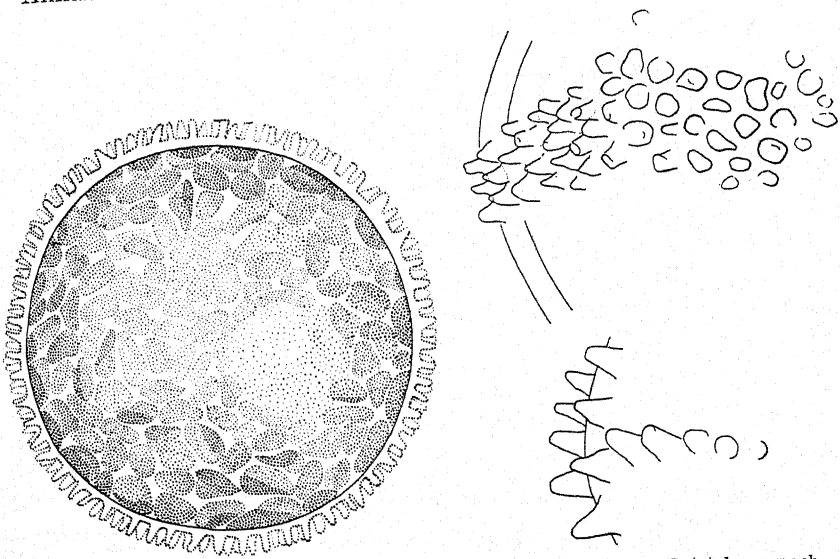


Fig. 109. *Botrydiopsis arhiza:* Zellwand mit merkwürdigen, in ihrer Entstehung noch ungeklärten, warzenartigen Verdickungen versehen. Links stärker vergrößert.

Erwähnt sei hier eine eigenartige Skulptur, die dem beschriebenen Stachelbesatz von *Asterogloea*, *Chlorallanthus*, *Acanthochloris* ähnlich sieht, aber nicht völlig damit übereinstimmt. Bei *Botrydiopsis arhiza* (siehe Fig. 109) treten an älteren Zellen, die meist derbe Membranen besitzen, radiäre, unregelmäßige, stachelartige, stumpfe bis spitze Emergenzen auf, die sehr auffallend aussehen, aber, wie betont werden muß, an jungen Zellen fehlen. Sie stehen nicht im Zusammenhang mit irgendeiner Membranskulptur, vergleichbar der oben behandelten. Meist sind die Membranen bis auf diese Emergenzen völlig glatt. Sie sind auch viel unregelmäßiger als diese.

An tetraëdischen oder dreieckigen Zellen ist die Membran an den Ecken oft derb stachelartig vorgezogen. Oft zeigen diese stachelartigen, derben Vorziehungen Schichtungen der Membran-

substanz, wie sich auch die Oberflächenskulptur der Membran auf diese Stacheln fortsetzt. (*Tetragoniella* PASCHER, 1930, S. 427; *Goniochloris heterospina*, ebenda 431.) An diese Stachelbildungen schließen wohl die langen axialen Stacheln und Borsten der wurstförmigen Gattung *Centritractus* an (siehe Fig. 34*m*, S. 41) und die diagonal einander gegenüberstehenden Borsten

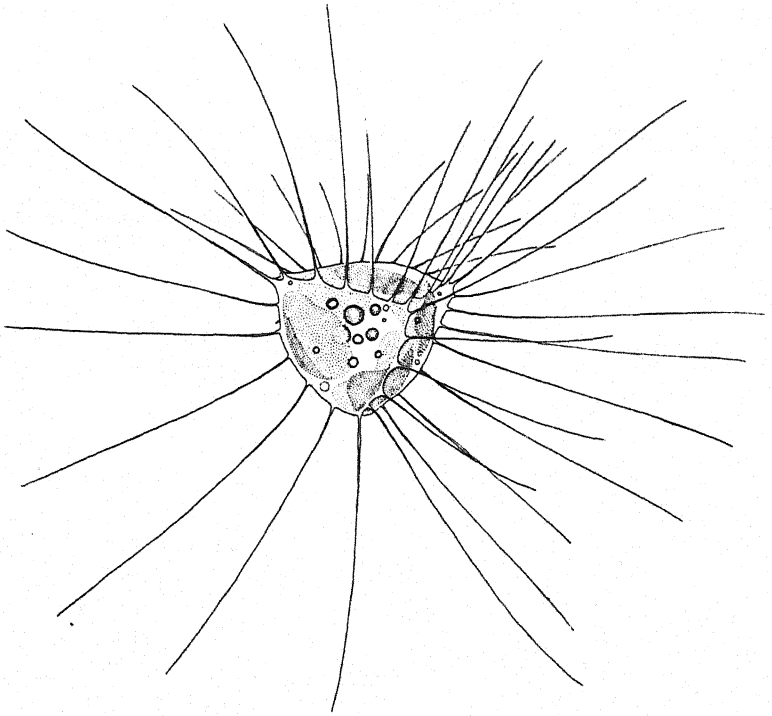


Fig. 110. *Tetraedriella horrida:* die Zellkanten mit langen, leicht gebogenen, stark verkieselten Borsten versehen, die Eckborsten am längsten.

(vier) des zusammengedrückten, kurz zylindrischen *Pseudotetraedron* (siehe Fig. 58*f*). Bei *Pseudotetraedron* stellen die Borsten Schwebeeinrichtungen dar.

Besonders mannigfaltig und formenreich erscheint die Anordnung und Ausbildung der Borsten bei den marinen Schwebealgen *Meringosphaera* bzw. bei den marinen Tetraedrien und Schilleriellen. Die Borsten, wie die Membran selber leichter oder stärker verkieselt, sind meistens sehr zart, leicht gebogen, oft wellig. Sie stehen dabei entweder nach allen Richtungen radiär ab (siehe Fig. 111, 35*b* S. 42) oder aber sind wie bei der ellipsoidischen *Radiosphaera helios* nur in der Äquatorial-

zone entwickelt (siehe Fig. 35 *c* S. 42) und strahlen hier annähernd in einer Ebene aus oder sind fallschirmartig nur an einem Pole vorhanden wie bei *Skiadosphaera divergens* (siehe Fig. 35 *a* S. 42, vgl. die Fig. 35 *d*). Die Borsten erreichen oft das Vielfache des Durchmessers der Zelle. Bei den Tetraedriellen sind entweder nur die Ecken des Tetraeders borstenförmig ausgezogen (*Tetraedriella quadriseta*) (Fig. 34 S. 41) oder aber es sind auch neben den Ecken die Kanten der Zelle kammartig mit Borsten besetzt (*Tetraedriella horrida*). Dabei sind die

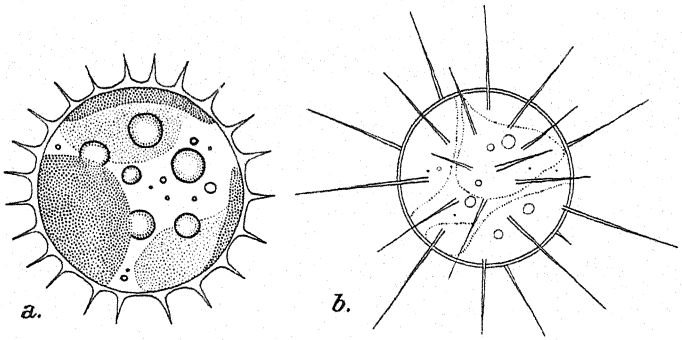


Fig. 111. Membranskulpturen: *a Akanthochloris:* Zellen mit zahlreichen kurzen Stacheln versehen, kein Planktont; bei *Meringosphaera brevispina*, *b* diese kurzen Stacheln in lange Schwebeborsten ausgezogen.

gegen die Medianen der Zelle zu gelegenen Borsten kürzer (Fig. 110).

Nicht immer sind die Borsten einfach. Wulff hat an der von ihm beobachteten *Meringosphaera* gesehen, daß den Wellenbergen der wellig gebogenen Borsten kleine, radiär orientierte Dornen aufgesetzt sind, so daß die Borsten sympodial zusammengesetzt und dornig-zähnig erscheinen (siehe spez. Teil). Unklar bleibt die Struktur der eigenartig gegliedert aussehenden Borsten von *Meringosphaera serrata*, die vielleicht nicht zu den Meringosphaeren gehört. Unklar ist, ob die Meringosphaeren Wandskulptur haben wie *Akanthochloris* oder die anderen areolierten Heterococcalen und ob und wie die Borsten mit dieser Struktur zusammenhängen. Ich vermute, daß die Membran von *Meringosphaera* skulpturiert ist.

Zu erwähnen sind noch eigenartige Wandverdickungen bei fädigen und coccalen Heterokonten. Durch den Befall der *Tribonema*-Fäden durch *Chytridium confervae* werden zapfen-

artige bis unregelmäßige Verdickungen der Querwände ausgelöst. Die Wände erscheinen durch die Pilzhyphen durchbohrt und um diese Durchbohrungen herum eigenartig verdickt (siehe Fig. 112). Es macht, menschlich gesprochen, den Eindruck, als wehre sich die Alge gegen das Eindringen des Pilzes durch diese Verdickungen (SCHERFFEL). Unregelmäßige,

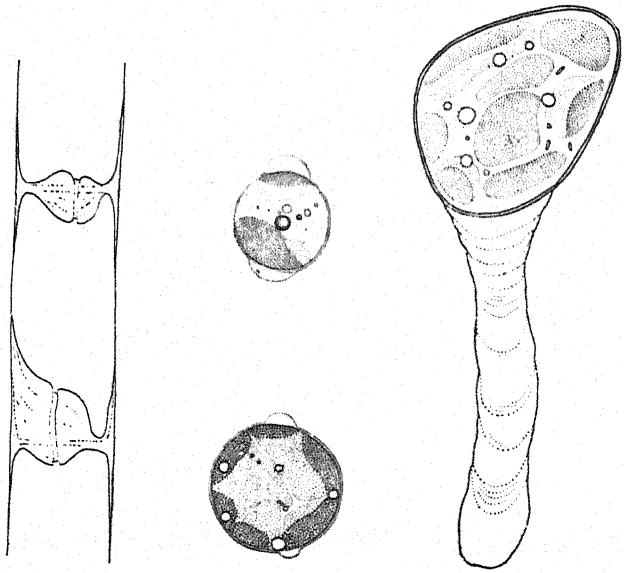


Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114.

Fig. 112. *Tribonema:* die von den Hyphen einer parasitischen Chytridiale durchbohrten Quermembranen durch mächtige Auflagerungen stark verdickt.
Fig. 113. *Botrydiopsis arhiza:* Membran mit unregelmäßig stehenden und ungleich großen, warzenartigen Verdickungen versehen (vielleicht pathologischer Vorgang).
Fig. 114. Eine Heterococcale, *Chlorokoryne*, mit langem, geschichtetem, stielartigem Fortsatz. Die Heterococcale nicht festgewachsen.

oft geschichtete Warzen oder stielartige Fortsätze treten entweder gelegentlich (*Botrydiopsis* Fig. 113) oder regelmäßig (Fig. 114) bei manchen Heterococceen auf (vgl. auch die Akineten Fig. 69, 70 S. 84).

Chemismus der Membran.

Über den Chemismus der normalen Zellmembran der Heterokonten sind wir nicht besser unterrichtet als über den Chemismus der Membranen vieler anderer Algen. Der erste, der die Membran von Heterokonten, und zwar von *Tribonema* und *Ophiocytium* untersucht hat, war BOHLIN (1897). Nach ihm besteht die

Hauptmasse der Membran dieser Algen aus einer saueren Pektinverbindung und nur ein kleinerer Teil derselben ist Zellulose. Färbungen mit Naphthylenblau und Rutheniumrot nach MANGIN; Mazerieren mit 2prozentiger Kalilauge und Reaktionen mit Kongorot und Chlorzinkjod lassen sich dahin deuten. Damit steht in guter Übereinstimmung, daß die Membran gegen Säuren auch höherer Konzentration recht widerstandsfähig ist und von Alkalien leicht gequollen wird. Schon BOHLIN gibt an, daß sich die einzelnen Membranpartien mit dem Alter ändern. Junge Schichten ergeben mit Kongorot intensiv rote Färbungen, während alte Membranteile von Kongorot nicht gefärbt werden.

Die Ergebnisse BOHLINS werden 1925 von POULTON im allgemeinen bestätigt. Vergleichbar sind allerdings nur jene Angaben, die POULTON über wirkliche Heterokonten macht. Die Angaben über *Botrydiopsis minor* sind aber auszuschließen, da sich diese Alge nach den Untersuchungen von PETROVA (1931) als nicht zu den Heterokonten gehörig und als eine Chlorophycee herausgestellt hat. Untersucht wurden von POULTON an echten Heterokonten (*Chlorobotrys*) *stellata*, *Characiopsis ovalis* (= *Monodus ovalis*), *Heterococcus viridis* (= *Monocilia viridis*) und *Tribonema bombycinum*. Bei (*Chlorobotrys*) *stellata* färbt sich die Zellwand mit Kongorot sowohl innen wie außen rosarot. Leere Zellen aber bleiben nicht selten ungefärbt. Möglicherweise handelt es sich dabei um alte Zellen. Zellulose läßt sich nur in den inneren Partien der Membran nachweisen, dagegen zeigt die Färbung mit Methylenblau einen bedeutenden Gehalt von Pektose auf. Das läßt sich besonders schön sehen an den sternförmigen Ausbildungen der Zellen mit verdickten Membranen, die oft deutlich zwei Schichten unterscheiden lassen, eine dem Cytoplasma anliegend, mit wenig Pektose und viel Zellulose, und eine äußere mit dem umgekehrten Verhältnis. Das gleiche gibt die Reaktion mit Chlorzinkjod und anderen Reaktionsmitteln.

Characiopsis ovalis = *Monodus ovalis* zeigt im allgemeinen ähnliche Verhältnisse, nur sind sie wegen der ungemeinen Zartheit der Membran nicht deutlich. Zellulose konnte nachgewiesen werden. Auch hier scheinen aber gelegentlich Pektine aufzutreten, denn ich konnte an einer *Characiopsis*, deren Membranen dick und dabei leicht geschichtet waren, wie auch an einer *Monodus* mit derberen Membranen fast die gleichen Verhältnisse feststellen, wie sie POULTON für die Membran von (*Chloro-*

botrys) *stellata* angab. Für *Tribonema bombycinum* konnte POULTON die Angaben BOHLINS fast durchgehends bestätigen, nur scheint bei der von POULTON untersuchten Form der Gehalt an Pektinen besonders groß gewesen zu sein, denn sie erhielt keine Zellulosereaktion. Soweit meine Erfahrungen reichen, scheint bei *Tribonema* nur im allerjüngsten Stadium der Zellen die Membran einen wesentlicheren Gehalt an Zellulose zu besitzen. Bei fortschreitendem Wachstum der Membran aber scheint immer mehr Pektin aufzutreten. Möglicherweise werden hier auch die zarten, zuerst Zellulose enthaltenden Partien verändert, denn in älteren Zellen gelang mir der Nachweis von Zellulose auch an den innersten Schichten nicht. Betont muß allerdings werden, daß an dünnen Schichten speziell Farbenreaktionen, die anders gestalteten Schichten dicht anliegen, recht schwer richtig gedeutet werden können. Es kann also immerhin noch sowohl bei der Form von POULTON wie auch bei meinen Formen mit dicken Membranen zuinnerst eine zarte zellulosehaltige Schicht vorhanden gewesen sein.

POULTON hat ferner auch *Heterococcus viridis* = *Monocilia viridis* untersucht. Hier ist manchmal Zellulose in der Membran nachweisbar, vorherrschend besteht aber die Membran aus Pektinen.

Einen gewissen Gegensatz zu den bisherigen Angaben über den Chemismus der Membran der Heterokonten bilden nun die Angaben von MILLER (1927, S. 159) über die Membran der von ihm untersuchten Botrydien. Er gibt folgende Reaktionsergebnisse an. Mit Jod und Schwefelsäure färbt sich die Membran blau, doch tritt eine Färbung der Membran bei Zusatz von Chlorzinkjod nicht ein. Starke Schwefelsäure und Chromsäure lösen die Membran ganz auf. Im SCHWEIZERschen Reagens wird die Membran des oberirdischen Teiles von *Botrydium* nach 3–4 Tagen völlig gelöst. Dagegen bleibt, in gleicher Weise behandelt, von der Membran der Rhizoidalpartien ein „nichtiger Rest" über. Daraus zieht MILLER den Schluß, daß die Membran von *Botrydium* aus mehr oder weniger reiner Zellulose besteht. Chitin fehlt nach F. v. WETTSTEIN (1915) in der Membran von *Botrydium*.

Die Ergebnisse MILLERS kann ich z. T. bestätigen. Es ist Tatsache, daß die Membran von *Botrydium* speziell in jungen Zellen viel Zellulose enthält. Aber auch hier treten, ich kann nicht sagen, ob es regelmäßig der Fall ist, mit zunehmendem Alter der Zellen Pektine auf und manchesmal konnte ich,

speziell in Zellen, die vor der Schwärmerentleerung waren, Pektine in größerer Menge nachweisen. Da *Botrydium* sehr groß und relativ leicht zu untersuchen ist, läge es nahe, den ganzen Wechsel im Membranchemismus an einer wachsenden Zelle bis zur Schwärmerentleerung und Sporenbildung zu untersuchen.

Faßt man die Angaben über den Chemismus der Membran der Heterokonten zusammen, so steht fest, daß die Hauptmasse der Membransubstanz bei den allermeisten Formen der Heterokonten in den erwachsenen Zellen aus saueren Pektinverbindungen besteht, oft so sehr, daß in der ganzen Membran zellulosehaltige Schichten mit Sicherheit nicht mehr erwiesen werden können. Andererseits steht fest, daß die Zellen in der Jugend in ihrer Membran, besonders in den ersten Anlagen der Membran, einen größeren Zellulosegehalt zeigen, oder wie ich vermuten möchte, zu allererst ganz aus Zellulose bestehen. Daß es Heterokonten gibt, bei denen auch die allerersten Membrananlagen zellulosefrei sind, möchte ich bezweifeln. Sicher ist aber auch, daß mit dem zunehmenden Alter der Zellen und mit dem zunehmenden Wachstum der Membranen es immer mehr zu einer quantitativen Verschiebung zugunsten der Pektine kommt, bis schließlich die Membran so reich an ihnen ist, daß Zellulose mit Sicherheit gar nicht mehr erwiesen werden kann. So konnte Boye-Petersen (1928, 422) bei seiner *Bumilleriopsis „brevis“* Zellulose nicht nachweisen.

Einzelne Heterokonten aber scheinen sich in ihrem Individualleben einen größeren Zellulosegehalt der Membran zu bewahren, vielleicht im Zusammenhange mit veränderten ökologischen Beziehungen. Dafür spricht der Umstand, daß gerade *Botrydium*, diese terrestrische und aerophile Form, nach den Angaben Millers tatsächlich viel Zellulose in der Membran enthält und daß sich, wie ich hier erwähnen möchte, auch für *Chlorocloster*, eine andere, allerdings mikroskopisch kleine terrestrische Heterokonte, ebenfalls ein größerer Zellulosegehalt in einem zufälligen Massenmaterial feststellen ließ.

Sehr häufig zeigen die Membranen verschiedener Heterokonten Auflagerungen von Eisenoxydhydraten oder von Kalk. Die Auflagerung von Eisenoxydhydraten kann zweierlei Ursprungs sein. Das Eisenoxydhydrat wird durch die Lebenstätigkeit der Zelle bzw. die Beschaffenheit der Membran an der Außenseite der Zelle zur Fällung gebracht. In diesem Falle

sind keine Eisenbakterien mitbeteiligt, während in anderen Fällen es bestimmte Eisenbakterien sind oder zu mindestens Bakterien, die in ihren Gallerthöfen Eisenoxydhydrat zum Ausfall bringen und damit die Membran der betreffenden Heterokonten-Zelle inkrustieren. Ich konnte beide Fälle mit Sicherheit für *Tribonema* feststellen.

Es fällt zunächst häufig auf, daß die Zellen eines *Tribonema*-Fadens nicht in gleicherWeise eisengebräunt sind. Meist sind es die H-Stücke eines bestimmten Alters oder einer bestimmten Teilungsfolge, die tiefbraun, ja oft schwarz verfärbt sind. Zwischen ihnen befindet sich immer eine Reihe, zwei oder vier Zellen, deren Membran nicht inkrustiert ist (siehe die Figuren im speziellen Teil). So kommt ein sehr eigenartiges Bild zustande: tief eiseninkrustierte, braune H-Stücke unterbrechen einen *Tribonema*-Faden in der Weise, daß zwischen ihnen immer eine bestimmte Zahl grüner Zellen eingeschaltet ist. Das läßt darauf schließen, daß die *Tribonema*-Membranen nur in einem bestimmten Stadium ihrer chemischen Entwicklung imstande sind, entweder die für die eisenspeichernden Bakterien günstigen Bedingungen zu bieten oder ohne diese das Eisenoxydhydrat fällen zu können. Sicher spielen, soweit nicht Eisenbakterien dabei beteiligt sind, die adsorptiven Eigenschaften der Membransubstanz eine Rolle und diese Eigenschaften hängen wieder mit dem kolloidalen Zustand der Membransubstanz zusammen. Dieser kolloidale Zustand ist aber nicht konstant, sondern verändert sich, was ja schon aus der Tatsache hervorgeht, daß alte Membranen pektinreicher, junge Membranen pektinärmer sind.

Bemerkt sei, daß bei jenen Formen, bei denen das Längenwachstum der Zelle durch Einschubstücke (siehe S. 128/129) zustande kommt, an einer Zelle unter Umständen eigenartige Querbänderungen auftreten in der Weise, daß einzelne Zuwachszonen der Membran der zylindrischen Zelle mehr Eisenoxydhydrat anlagern als andere, und sich entweder schon durch die verschiedene braune Tönung oder dadurch, daß einzelne Zuwachszonen überhaupt ohne Eisenauflagerungen bleiben, unterscheiden. Auch hier entspricht die Intensität der Eisenoxydhydrat-Auflagerung nicht immer dem Alter der Zelle. Bei manchen *Ophiocytium*-Zellen nimmt die Eisenauflagerung auf die Zuwachsstücke mit dem Alter der Zuwachsstücke zu. Die innersten bzw. obersten Zuwachsstücke dieses *Ophiocytium* zeigt fast keine Eisenauflagerung, während die äußersten kappenartigen Endstücke

ganz schwarz sind. Aber es gibt *Tribonema*- wie *Ophiocytium*-Zellen, die an Zonen, die gewiß nicht die ältesten der Membran sind, derbe Eisenauflagerungen und tiefbraune Verfärbung zeigen (Fig. 115). Das alles spricht dafür, daß für die Eisenauflagerung ein bestimmter Zustand der Membransubstanz maßgebend ist, der im allgemeinen wohl einem gewissen Alter der Membran entspricht, aber in seinem zeitlichen Auftreten ziemlich variabel ist.

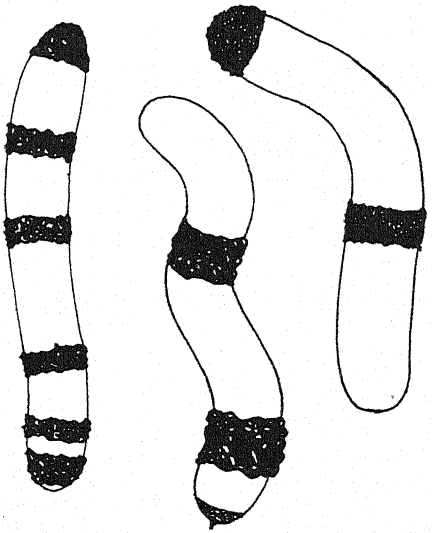


Fig. 116. Zygote von *Tribonema* (nach SCHERFFEL).

Fig. 115. Partielle Eisenauflagerung bei einer *Ophiocytium*-Art. Eisenauflagerungen kappenförmig oder ringförmig, die einzelnen Ringe entsprechen bestimmten Zuwachszonen der Zellhaut. Für die Abscheidung der Eisenoxydhydrate scheint vor allem die jeweilige Beschaffenheit der Zellmembran maßgebend zu sein.

Daß die Membranstacheln in einigen Fällen eisengefärbt sind und die Stielchen wie auch die Haftscheibchen oft derbe Eiseninkrustationen zeigen, ist bekannt. Ebenso zeigt bei *Chlorothecium* und auch bei *Ophiocytium* der deckelartig abschließende, obere Membranteil, der dabei meistens stark verdickt ist im Gegensatz zum unteren, hellbleibenden, eine oft weitgehende Braunverfärbung durch Eisen. Das gleiche trifft auch für den oberen deckelartigen Membranteil von *Hemisphaerella* zu. Auffallenderweise geht bei den *Characiopsis*-Arten die gelegentlich auftretende Eisenverfärbung des Stielchens auf die eigentliche Zellwand über, um hier ebenfalls mit scharfer Linie in einer bestimmten Höhe zu enden (siehe spez. Teil). Das spricht dafür, daß auch bei manchen *Characiopsis*-Arten die Membran vielleicht aus fingerlingartig ineinandergeschobenen Zwischenstücken zusammengesetzt ist.

Die Eiseninkrustationen, die im Zusammenhang mit der Tätigkeit von Eisenbakterien entstehen, haben sehr verschiedenen Charakter. Eine davon wurde von CHOLODNY (1922, ab S. 326) beschrieben. Es handelt sich hier um mächtige Knollen unregelmäßige Form und verschiedener Größe, die gewissermaßen auf einen *Tribonema*-Faden aufgefädelt erscheinen. Zwischen den einzelnen Knollen stehen in ihrer Zellenzahl oft unbestimmte Fadenstücke ohne Inkrustationen. Die Inkrustationen sind braun bis fast schwarz und bestehen entweder nur aus Eisenoxydhydrat oder aus Eisenoxydhydrat und kohlensaurem Kalk. CHOLODNY konnte zeigen, daß es sich um Einlagerungen in ein Gallertgerüst handelt, das von Bakterien, die an den *Tribonema*-Fäden leben, in Form mächtiger Gallertballen gebildet wird. Wird nach vorhergehender Fixierung der Bakterien mit Formaldehyd das Eisenoxydhydrat durch Salzsäure herausgelöst, so bleibt das geschrumpfte Gallertgerüst über, in dem die durch das Formaldehyd konservierten und dabei in ihrer Zellform wenig veränderten Bakterien färberisch nachgewiesen werden können, falls sie nicht schon direkt und ohne Färbung gesehen werden können. Es handelt sich um kleine, kugelförmige Formen, die hauptsächlich in Ketten Streptococcen-artig angeordnet sind. Soweit sie innerhalb der Gallerte gefunden wurden, hatten sie ein gleichmäßiges Aussehen. Inwieweit diese Bakterien mit freilebenden Bakterien identisch sind und inwieweit die Bakterien Sporen bilden können, blieb ungeklärt. CHOLODNY bezeichnet diese Eisenbakterie als *Sideromonas confervarum* (S. 334) und denkt an die Möglichkeit einer Symbiose zwischen dieser *Sideromonas* und *Tribonema* (siehe auch die Zusammenstellung bei DORFF 1934).

Derartige, in Abständen mit braunen Klumpen versehene Fäden von *Tribonema* — die Klumpen nehmen den Bereich oft vieler Zellen ein — sind bereits lange bekannt und wurden von KÜTZING (1853) als eine eigene Gattung „*Psichohormium*" bezeichnet. Wahrscheinlich aber befanden sich unter den von KÜTZING beobachteten *Psichohormium*-artigen Algen nicht nur Tribonemen, sondern auch andere Fadenalgen, vielleicht auch *Microspora*. Es ist selbstverständlich unmöglich, diese so äußerlich begründete Gattung *Psichohormium* aufrecht zu erhalten, man spricht nur mehr von *Psichohormium*-Zuständen verschiedener Fadenalgen[1]).

[1]) Die Zellen dieser Psichohormien sind meist prall mit Öl gefüllt. Das spricht für fettige Degeneration der Zellen, wie auch vorgeschrittene Psicho-

Außer diesen von CHOLODNY studierten klumpigen Auflagerungen auf *Tribonema* gehen auch anders gestaltete Auflagerungen auf die Tätigkeit von Bakterien zurück. So können auf *Tribonema* flache, unregelmäßige Krusten von Eisenoxydhydrat gebildet werden, die manchmal oder häufig sogar ringförmig die *Tribonema*-Fäden umgreifen, niemals aber dicke Klumpen ausbilden. Die hier tätigen Bakterien sind bei dünnen Krusten ohne weitere Präparation erkennbar. Sie stehen niemals in Fäden angeordnet und sehen *Streptococcus* nicht ähnlich, sondern bilden flache, nicht sehr gut abgegrenzte Grüppchen, die der MOLISCHschen Gattung *Siderocapsa* sehr ähnlich sehen. Außer diesen Formen gibt es auch noch andere Auflagerungen, die wahrscheinlich mit anders gestalteten und auf andere Weise zu Kolonien verbundenen Bakterien zusammenhängen.

Neben diesen durch Bakterien bewirkten Kalkfällungen gibt es aber sicherlich auch solche, die durch die Lebenstätigkeit einer *Tribonema*-Zelle primär verursacht sind und bei einer bestimmten Beschaffenheit der Membran realisiert werden.

Verkieselung.

Bei vielen Heterokonten wird entweder in die Membran der vegetativen Zellen oder in die der Sporen Silicium in der Form uns unbekannter, zunächst wohl organischer Verbindungen eingelagert. Wahrscheinlich ist diese Verkieselung der Membran bei den Heterokonten sehr verbreitet. Es ist aber fast unmöglich, bei Formen, die stets nur in sehr geringer Individuen-Zahl befunden werden, diese Verkieselung mit einiger Wahrscheinlichkeit festzustellen. Resistenz gegenüber verschiedenen Säuren mit Ausnahme der Flußsäure und Erhaltenbleiben der Membran beim Ausglühen auf Glimmerplättchen lassen den Schluß auf Verkieselung zu. Doch geht bei diesen Prüfmethoden meist das oft nur aus wenigen Zellen bestehende Material verloren. Und da es noch nicht möglich ist, besonders die Heterokonten sauerer Standorte zu kultivieren und damit anzureichern, so ist der Nachweis der Verkieselung derzeit noch immer umständlich und bleibt dabei relativ unsicher. In manchen Fällen zeigt eine eigenartige Lichtbrechung bereits Verkieselung an, besonders wenn Zellen

hormien überhaupt einen recht degenerierten Eindruck machen. Oft haben sie Akinetencharakter (auch USPENSKIJ). Ihre Keimfähigkeit ist aber beschränkt.

mit nicht verkieselten Membranen als Vergleichsobjekte daneben vorhanden sind.

Verkieselte Membranen wurden bis jetzt festgestellt bei (*Chlorobotrys*) *stellata* (POULTON 1925), doch nicht in allen Stadien und nicht in allen Zellen. Verkieselte Membranen besitzen speziell im Alter, besonders dann, wenn die Vermehrung gehemmt wurde, die Zellen von *Chlorobotrys*. Ebenso die Zellen von *Pseudotetraedron*, doch nur in sehr geringem Maße und dabei nicht an allen Zellen. Dagegen zeigen, soviel ich gesehen habe, bei *Pseudotetraedron* die Sporen immer Verkieselung. Die marine Heterococcale *Meringosphaera* scheint sich in bezug auf die Verkieselung sehr verschieden zu verhalten. Die eine Reihe von Arten scheint keine oder keine wesentliche Verkieselung zu zeigen, während *Meringosphaera med.*, *M. minor* und *Schilleriella* verkieselt zu sein scheinen. Zumindest blieben die langen Borsten dieser Formen beim Ausglühen von fixiertem Material erhalten.

Mit der Verkieselung der Membran bei marinen Heterokonten hat sich SCHILLER (1916, 202) befaßt. Nach ihm blieb die starre Membran von *Meringosphaera med.*, wie auch die Substanz der langen Schwebeborsten in schwachen Säuren auch bei wochenlanger Behandlung unverändert und Behandlung mit Schwefel- und Salpetersäure lösten nicht. Beim Ausglühen blieben Membran und Borsten erhalten. Die Verkieselung soll nur schwach sein, denn die Borsten zeigen nach SCHILLER große Elastizität[1]). Bei den meringosphaeralen Formen von *Tetradiella*, wie auch bei der von mir beschriebenen *R. helios* scheint die Verkieselung stärker zu sein, die Wände sind derber, Brüche kommen sehr leicht vor.

Verkieselte Membranen scheinen ferner oft zu haben jene Heterococcalen, deren Membranen Skulpturen zeigen, doch auch nicht immer und auch hier besonders stark dann, wenn Vermehrungshemmungen eingetreten sind und Überalterungen der Zellen stattgefunden haben. Das ist der Fall bei *Arachnochloris maior*, ferner bei *Polyedriella*, bei der gleichzeitig Eisneinlagerungen in die Membran stattfinden können. Ebenso verkieseln manchmal bei überalterten Zellen von *Acanthochloris* und *Asterogloea* die Membranen, die dazu auch noch häufig vereisent sind. *Chlorallanthus oblongus* zeigt die gleiche Erscheinung an überalterten Zellen. Normalerweise scheinen die großen Zellen von *Tetragoniella* immer verkieselt zu sein, doch nur in den äußeren Schichten der meist deutlich geschich-

teten Zellmembran. Werden solche skulpturierte Zellen von *Tetragoniella*, besonders wenn sie starke Membranen haben, ausgeglüht, so bleibt nur die äußere durch das Ausglühen unzerstörbare Schicht über, die durch die gewöhnlichen Säuren nicht gelöst werden kann. Die inneren Schichten scheinen demnach nicht verkieselt zu sein. Inwieweit dies auch bei den ebenfalls an alten Zellen verkieselten Membranen von *Goniochloris* und *Chlorogibba* der Fall ist, kann ich nicht sicher sagen, da hier die Kleinheit des Objektes die Beobachtung erschwert. Ich glaube aber das an *Goniochloris tetragona* und vor allem an *G. brevispina* Gesehene so deuten zu können.

Auffallend ist der Umstand, daß gerade die skulpturierten Formen, die in der Regelmäßigkeit ihrer Skulptur der Skulptur der Diatomeen so ähneln, so häufig Verkieselungen zeigen. Dieser Umstand weist vielleicht auf eine Verwandtschaft zwischen Diatomeen und Heterokonten hin.

Diesen Heterokonten mit häufig oder immer verkieselten Membranen stehen Heterokonten gegenüber, bei denen die Membranen der vegetativen Zellen, wenigstens nach unserer derzeitigen Kenntnis, niemals verkieselt zu sein scheinen. Da aber auch an diesen Algen keine umfassenden Untersuchungen gemacht wurden, so ist es auch hier nicht absolut ausgeschlossen, daß gelegentlich solche Verkieselungen bei bestimmten Umständen auftreten. Nicht verkieselte Membranen zeigten z. B. *Characiopsis*, *Chlorothecium*, *Botrydiopsis*, *Botryochloris*, *Tribonema*, *Heterococcus*, *Bumilleria*. Bei den meisten von ihnen sind nach unserer derzeitigen Kenntnis auch die Sporen nicht oder nicht sehr verkieselt. Aber es gibt doch Formen, bei denen zum mindesten die Membran der Aplanosporen verkieselt sein kann. So konnte ich sehen, daß derbwandige Sporen von *Chlorothecium* in ihrer Wand dem Ausglühen widerstanden und daß der Glührest durch gewöhnliche Säuren nicht gelöst wurde. Auch hier war der Glührest viel dünner als die unausgeglühte Membran, was auch hier dafür spricht, daß nur die äußersten Schichten der Aplanosporenwand verkieselt sind.

Jedenfalls ist es Tatsache, daß bei den Heterokonten sowohl an den vegetativen Zellen wie auch an den Membranen der verschiedenen Dauerstadien Verkieselungen, und zwar viel häufiger vorkommen, als es bei anderen Algen der Fall ist.

[1]) Die große Elastizität als solche spricht aber nicht gegen eine starke Verkieselung.

Wahrscheinlich wird eine umfassende Untersuchung ergeben, daß die Verkieselung der Membranen bei den Heterokonten noch viel häufiger vorkommt, als derzeit den so lückenhaften und oft nur gelegentlich gemachten Beobachtungen zu entnehmen ist.

Ungeklärt sind die Vorgänge, die als Verschleimung der Membran zusammengefaßt werden. Es handelt sich wahrscheinlich um ganz verschiedene Vorgänge. Der eine wurde bereits berührt: die Protoplasten scheiden innerhalb der Zellhaut viel Schleim aus und sprengen damit die sonst nicht sichtbar veränderte Zellhaut. Die gallertumhüllten Protoplasten zeigen, z. B. bei Fadenalgen, nicht selten noch die fadenförmige Anordnung. Durch lebhafte Teilung geht aber diese Anordnung verloren und es entstehen unregelmäßige Haufen von Zellen, die mit Gallerte umgeben sind.

Es kann aber, besonders bei dem Umstande, daß die Membran vieler Heterokonten viel Pektin enthält, auch zu einer Verquellung der Membranen kommen. Doch ist nicht jedes Entwicklungsstadium der Membran selber dafür geeignet. Es macht den Eindruck, als ob die Membran ihre Quellbarkeit verliere. Vor allem gilt dies für die Außenschichten der Membran, die ja auch färberisch von den Innenschichten abweichen. Doch können auch die Außenschichten quellen, falls sie nicht verändert wurden.

III. Geschlechtliche Fortpflanzung.

Bei der Darstellung dessen, was wir von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Heterokonten wissen, muß zunächst alles ausgeschaltet werden, was auf irrtümlichen Angaben beruht, die wieder auf unrichtige Beobachtungen und Deutungen zurückgehen. Geschlechtliche Fortpflanzung ist für eine Reihe von Heterokonten angegeben. Sehr viele dieser Angaben sind aber abzulehnen, da sie sicher an Material, in dem Heterokonten mit anderen, speziell Grünalgen, zusammen vorkamen, gemacht wurden.

Das trifft zu für eine Reihe von Angaben, die Borzi gemacht hat. Während seine Angaben über die ungeschlechtliche Vermehrung von *Botrydiopsis arhiza* richtig sind, treffen hier seine Angaben über die geschlechtliche Fortpflanzung nicht zu. Das geht schon daraus hervor, daß Borzi Gameten für *Botrydiopsis* abbildet, die völlig den Gameten der Chlorophyceen gleichen,

zwei gleichlange Geißeln haben und ganz nach der Weise nackter Chlorophyceengameten kopulieren (1895, Taf. XIII, Fig. 16, 17, 18). Hier scheint Borzi Stadien von *Botrydiopsis* mit Stadien einer der Protococcalen kombiniert zu haben, die man an den gleichen Stellen wie *Botrydiopsis* häufig findet und die im allgemeinen leicht Gameten bildet.

Der gleiche Einwand trifft für die Angaben Borzis über die geschlechtliche Fortpflanzung von *Bumilleria sicula* zu. Auch hier richtige Beobachtungen über die vegetativen Schwärmer, die typische Heterokontenschwärmer darstellen (an denen Borzi nur die winzige kleine Nebengeißel übersah). Auch hier werden *Bumilleria* Chlorophyceengameten mit gleichlangen Geißeln und nicht dorsiventralem Bau zugeschrieben (Borzi 1895, Taf. XVII, Fig. 18, 19, 20, 21).

Borzi gibt ferner für *Mischococcus confervicola* (Taf. X, Fig. 10), für *Chlorothecium Pirottae* (Taf. XI, Fig. 9) und *Characiopsis minuta* (Taf. XIV, Fig. 9) Stadien an, die er als die Fusion bzw. Kopulation von Gameten deutet; Stadien, die deutlich zwei oder mehrere verschmolzene Schwärmer mit je einer Geißel (die Nebengeißel ist anscheinend übersehen) erkennen lassen.

Nach meinen Erfahrungen sind solche Stadien allein kein Beweis für sexuelle Kopulation. Wie auf S. 14 erwähnt, treten bei der Bildung der Schwärmer in Heterokontenzellen sehr häufig Störungen in der Aufteilung der Protoplasten auf die einzelnen Schwärmer auf. Sehr häufig werden die einzelnen Schwärmerprotoplasten nicht völlig durchgeteilt und hängen entweder durch Plasmafäden und Stränge verbunden zusammen oder sie sind noch mit ihren Basalteilen vereinigt, wobei diese Vereinigung soweit gehen kann, daß völlig synzoospore Ausbildungen zustande kommen können. Das kann sich auf zwei bis viele, ja sämtliche Schwärmer, die in einer Zelle gebildet werden, erstrecken. Ich verweise auf die S. 14 gegebenen Abbildungen. Die von Borzi für *Characiopsis minuta*, *Chlorothecium Pirottae* und *Mischococcus confervicola* gegebenen Abbildungen solcher mehr oder weniger fusioniert erscheinender Schwärmer möchte ich ebenfalls nur als unvollständige Trennungen von in einer Zelle gebildeten Schwärmern deuten. Ich sah an *Characiopsis* und *Mischococcus* genau dieselben Stadien, die Borzi abbildete; es handelte sich aber immer um Schwärmer, die in ihren Mutterzellen nicht vollständig voneinander getrennt wurden, mehr oder weniger verbunden austraten und vegetativ keimten.

So scheinen mir alle BORZIschen Angaben über geschlechtliche Vorgänge bei den Heterokonten irrig; einerseits, weil Vermischungen mit Grünalgen vorliegen, und andererseits, weil die Fusionsstadien anders gedeutet werden können und nicht zu einem zwingenden Schluß auf das Vorhandensein geschlechtlicher Vorgänge nötigen.

Ich finde ferner eine Angabe von SCHILLER (1926, S. 86) in seiner Besprechung der planktontischen Vegetation des Adriatischen Meeres (bei *Halosphaera*), nach der er beim Studium einer Süßwasserheterokonte das Auftreten rein grüner, großer, später weiblicher Gameten und gelblichgrüner, kleinerer, später männlicher Gameten in verschiedenen Zellen gesehen habe. Er meint, daß unter Umständen die bis jetzt ungenau bekannten zwei *Halosphaera*-Formen, die eine größer und dunkler, die andere kleiner und gelblicher, ebenfalls als verschieden geschlechtliche Zellen gedeutet werden können. SCHILLER hat seitdem keine weiteren Angaben gemacht.

Mit Bestimmtheit sprechen von sexuellen Vorgängen nur zwei Autoren. Diesen Angaben liegen tatsächlich Beobachtungen über sexuelle Vorgänge zugrunde. Leider sind auch hier diese Vorgänge nicht vollständig erfaßt. Der erste, der mit voller Bestimmtheit die geschlechtliche Fortpflanzung bei Heterokonten (*Tribonema*) behauptete, war SCHERFFEL (1901, S. 149).

Die Gameten zeigen nach SCHERFFEL den Bau gewöhnlicher Schwärmer, besitzen am vorderen Rande eines Chromatophorenscheibchens ein Stigma und sind in bezug auf ihre Geschlechter größenmäßig nicht verschieden. Manche dieser Geschlechtsschwärmer, die als weiblich aufzufassen sind, heften sich plötzlich fest, ziehen angeblich die Geißeln ein, werden dann stark amöboid, runden sich ab und kommen zur Ruhe. Ein anderer lebhaft beweglicher Schwärmer, der als männlich bezeichnet werden kann, stößt auf den ruhenden weiblichen Gameten vor, um schließlich mit seinem hinteren Ende haften zu bleiben. Die völlige Verschmelzung der beiden Zellen erfolgt binnen weniger Augenblicke. Die jungen, kugeligen Zygoten (siehe Fig. 116, S. 145) haben zwei Stigmen und gegenüber den Geschlechtsschwärmern meist die doppelte Zahl von Chromatophoren. Sie umgeben sich sehr rasch mit einer Membran und werden zu einer derb- und glattwandigen Zygote, deren Chromatophoren wandständig sind. Gegen die Mitte der Zygote zu finden sich große, starkglänzende Ballen (wahr-

scheinlich Leukosin) und Öltröpfchen. Solche Zygoten sind im Frühjahr nach SCHERFFEL unter Tribonemen sehr häufig zu finden. Sie fallen durch ihr Aussehen auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sie bereits wiederholt beobachtet wurden und dann als irgendwelche, unbestimmbare Protococcalen gingen. Das weitere Verhalten der Zygoten ist nicht bekannt.

Leider liegen außer den Angaben SCHERFFELS keine weiteren Beobachtungen über sexuelle Vorgänge bei *Tribonema* vor.

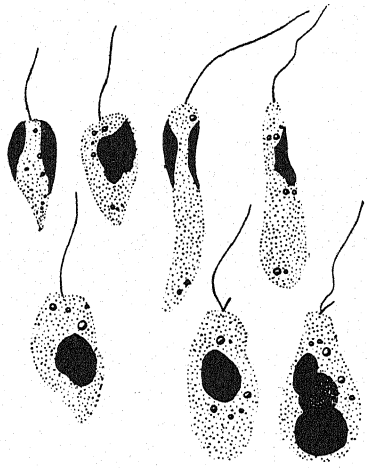


Fig. 117. Planogameten von *Botrydium* (nach M. ROSENBERG).

In der letzten Zeit hat M. ROSENBERG bei *Botrydium* geschlechtliche Fortpflanzungsvorgänge festgestellt (1930, ab S. 292). Es handelt sich um nackte, stark metabole Schwärmer mit wechselnder Größe (8–20 μ lang) und 1–4 Chromatophoren (siehe Fig. 118). Sie treten in großer Menge auf und verhalten sich wie Gameten. Oft kopulieren sie bereits noch innerhalb der geschlossenen Blase, in der die Schwärmer austreten, so

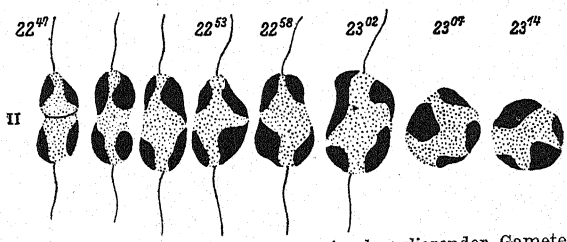


Fig. 118. Kopulationsstadien zweier kopulierender Gameten (nach M. ROSENBERG).

daß *Botrydium* als monözisch zu bezeichnen ist. Es können auch zwei bis vier Gameten verschmelzen (siehe Fig. 119), doch ist dies selten der Fall. Die Gameten sind Isogameten, die an den Hinterenden zu verschmelzen beginnen. Die Zygote verliert allmählich die Bewegung, wird langsamer und stellt, wahrscheinlich infolge Abwerfens der Geißeln, die Bewegung plötzlich ein. Solche Zygoten entwickeln sich zu normalen

Botrydium-Zellen, während die Verschmelzungsprodukte von mehr als zwei Gameten nach beschränktem Wachstum absterben. Nicht immer ist die Kopulationsfreudigkeit der Gameten bedeutend, oft erscheint sie sehr gemindert und sinkt bis zur ausschließlichen Parthenogenese der Gameten ab. Auch isolierte, nicht kopulierte Gameten entwickeln sich in der gleichen Weise wie Zygoten zu kleinen Pflänzchen. Hier brechen die Angaben ab. Ungeklärt bleibt vor allem das Verhältnis der Planogameten zu den vegetativen Zoosporen.

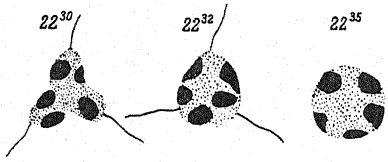


Fig. 119. Kopulationsstadien dreier kopulierender Gameten (nach M. ROSENBERG).

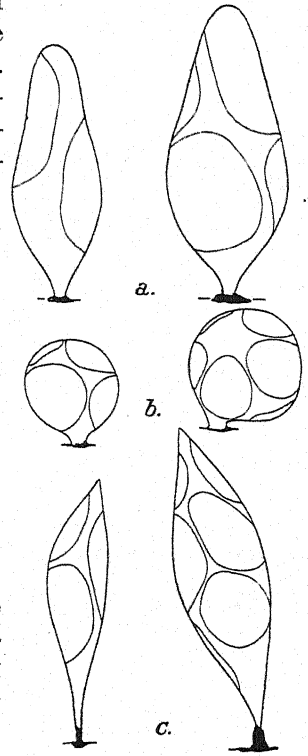


Fig. 120. Drei *Characiopsis*-Arten, von denen jede in zwei Formenreihen auftritt. Die eine Formenreihe deutlich in einem bestimmten Verhältnis größer als die andere, entsprechend den beiden Größen auch mehr Chromatophoren. Ähnliche Parallelausbildungen von nur in ihrer Größe verschiedenen Formen auch bei Heterocapsalen (*Heterogloea*) sowie auch anderen Heterococcalen und vor allem *Tribonema*-Arten.

Zytologische Untersuchungen liegen für die sexuellen Vorgänge der Heterokonten ebensowenig vor, wie für die vegetativen Kernvorgänge. Dementsprechend wissen wir auch gar nichts über den Wechsel von diploider und haploider Phase und davon, inwieweit die Heterokonten Haplo-, Diplo- oder Haplodiplobionten sind. Auffallend ist aber die Tatsache, daß es nahe verwandte Formen gibt, die sich in der Form außerordentlich nahe kommen, sich aber durch die Größe und die Zahl der Chromatophoren unterscheiden [vgl. *Characiopsis lageniformis* (PASCHER 1930, S. 444–446)] (Fig. 120). Das gleiche wird sich auch für einzelne Arten von *Heterogloea*, freilebende Heterococcalen, *Tribonema* und *Bumilleria* erweisen.

IV. Verwandtschaftsverhältnisse und Konvergenzen zu anderen Algenreihen.

1. Verwandtschaftliche Beziehungen.

Die Anschauungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Heterokonten gehen sehr auseinander. Zwei Anschauungen stehen einander schroff gegenüber. Die einen Autoren stellen die Heterokonten in die Verwandtschaft der Grünalgen im weiteren Sinne des Wortes. Entweder reihen sie die einzelnen Heterokontengattungen nach äußerlichen Ähnlichkeiten direkt in die Grünalgen ein (WILLE, eine Reihe älterer Autoren, auch einzelne ältere Auflagen von Lehr- und Handbüchern), oder aber sie fügen sie als eigene Klassen oder Reihen an die Grünalgen im engeren Sinne des Wortes an und vereinigen diese beiden Gruppen mit anderen grünen Algen zusammen (*Conjugatae* und *Charophyta*) zu den Grünalgen im weiteren Sinne des Wortes. Gegen diese Anschauung nahm ich 1914 Stellung und betonte die nahen Beziehungen der Heterokonten zu den Chrysophyceen und Diatomeen. Ich habe diese Anschauung in einer Reihe von Arbeiten zu belegen versucht. Leider wurde von den Autoren, welche eine Verwandtschaft der Heterokonten mit den Grünalgen behaupten, niemals der Versuch gemacht, ihre Annahme zu belegen oder die Tatsachen, welche für die Verwandtschaft der Heterokonten mit den Chrysophyceen und Diatomeen sprechen, als unwesentlich zu erweisen. Da die Tatsachen, welche eine Verwandtschaft der Heterokonten mit den Chrysophyceen und Diatomeen wahrscheinlich machen, zugleich auch die Tatsachen sind, welche der Annahme der Verwandtschaft mit den Chlorophyceen im Wege stehen, so seien nun im folgenden die Übereinstimmungen zwischen den Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen ausführlicher behandelt.

Die Übereinstimmungen zwischen Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen.

Geißelverhältnisse.

Die Heterokonten besitzen zumeist zwei ungleiche Geißeln, durch Reduktion der Nebengeißel kann es zu eingeißeligen Formen kommen. Die Struktur der Heterokontengeißeln wurde von VLK untersucht, der feststellte, daß die Hauptgeißel immer eine zweizeilig bewimperte Flimmergeißel ist

(siehe Fig. 121), die Nebengeißel dagegen eine Peitschengeißel mit derberem Basalstück und feinerem Endstück. Mit diesem Geißelbau stimmen, wie BOYE-PETERSEN gezeigt hat, die Geißeln jener Chrysomonaden völlig überein (siehe Fig. 122), die zwei ungleiche Geißeln haben: *Ochromonas*-Typus. Auch hier die Hauptgeißel zweizeilig befiedert, die in Reduktion begriffene Nebengeißel als Peitschengeißel. Auch hier bleibt nach Reduktion der Nebengeißel unter Umständen die zweizeilige, gefiederte Hauptgeißel als einzige Geißel über.

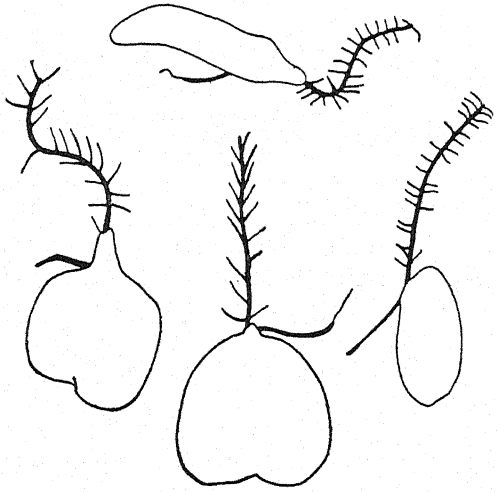


Fig. 121.

Fig. 122.

Fig. 121. Geißelstruktur bei Heterokonten (*Botrydiopsis*). Hauptgeißel als lockere, zweizeilige Flimmergeißel entwickelt. Nebengeißel Peitschengeißel (nach VLK).
Fig. 122. Geißelstruktur einer ungleichgeißeligen Chrysomonade (*Synura*). Hauptgeißel = zweizeilig bewimperte Flimmergeißel, Nebengeißel = Peitschengeißel. Vergleiche die große Übereinstimmung in der Struktur von *Botrydiopsis* (Fig. 121) und Chrysophyceengeißel (nach BOYE-PETERSEN).

Leider sind wir über die Geißelverhältnisse der Diatomeenschwärmer zu wenig unterrichtet. Wir wissen nichts über das Längenverhältnis, noch über die Struktur der Geißeln. Die Angaben P. SCHMIDTS über die *Melosira*-Schwärmer bedürfen dringendst der Nachuntersuchung und kritischen Überprüfung.

Übereinstimmung im Bau und der Beschaffenheit der Zellmembran.

Es wurde oben wiederholt betont, daß bei sehr vielen Heterokonten die Membran aus zwei gleichen oder zwei ungleichen Stücken besteht. Dasselbe gilt für die Membran der endoplasmatisch gebildeten Sporen, die immer zweischalig sind (siehe S. 72, 73).

Diese Zweischaligkeit der Membran ist ein besonderes Charakteristikum der Diatomeen und ihrer Sporen.

Während bei den Chrysophyceen an den vegetativen Zellen Zweiteiligkeit der Membran noch nicht sicher nachgewiesen werden konnte, ist die Zweiteiligkeit der Membran bei ihren Sporen in charakteristischer Weise durchgeführt. Nur sind die beiden Teile ungleich: der kleinere schließt wie ein Stopfen den größeren ab (siehe Fig. 129, 130). [Übrigens konnte ich in letzter Zeit auch bei einer Chrysophycee (einer coccalen Organisation) eine zweiteilige Membran finden.]

Für die nahe Verwandtschaft von Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen spricht auch die Tatsache, daß bei diesen drei Algenreihen sehr häufig Verkieselung der Membran auftritt; solche Membranverkieselungen wurden bereits von Bohlin, Schiller und Poulton erwiesen und ich habe sie ebenfalls für eine weitere Reihe von Heterokonten aufgezeigt. Die Verkieselung tritt bei den Heterokonten nicht nur an den Membranen der vegetativen Zellen auf, sondern auch die Sporen zeigen oft einen weitgehenden Grad von Verkieselung, oft so, daß sie sich bereits durch ihre starke Lichtbrechung als verkieselt erweisen.

Bei den Diatomeen ist die Verkieselung der Membran ein charakteristischer Zug und bei den Chrysophyceen sind die Membranen der zweiteiligen Sporen immer verkieselt. Dazu sei noch bemerkt, daß viele Chrysomonaden feste Hüllen besitzen, in denen Kieselsäure erweisbar ist (*Mallomonas*, *Conradiella*, *Mikroglena* usw.). Und ein Seitenzweig der Chrysomonaden hat wegen seiner zierlichen Kieselgehäuse direkt den Namen *Silicoflagellatae* bekommen. Im übrigen gibt es auch protococcale Ausbildungen der Chrysophyceen, bei denen nicht nur die Membran der Zysten, sondern auch der vegetativen Zellen mächtig verkieselt ist.

Nicht unwesentlich erscheint, daß die Membran vieler Heterokonten, speziell solcher mit verkieselter Membran, Skulpturen aufweist, die denen von Diatomeen sehr ähnlich sehen. Ich verweise auf das Kapitel Membranskulptur und auf die Fig. 105, 106, 107. Diese Skulpturen bestehen nicht einfach aus Dellen, die reihenförmig angeordnet sind, sondern diese Dellen haben bei manchen Heterokonten die Form von kleinen Kämmerchen, die durch die verbreiterten Rippen, die zwischen den Dellenreihen stehen, bis auf ein Loch abgeschlossen erschei-

nen (siehe Fig. 107). Damit werden Skulpturverhältnisse zustande gebracht, die denen mancher Diatomeen bis in kleine Einzelheiten gleichen. Es sei ferner bemerkt, daß sich ähnliche Skulpturen auch an den stark verkieselten Membranen mancher protococcaler Chrysophyceen finden und daß auch die Schalen mancher Chrysophyceen netzartige Skulpturen aufweisen, die sich vielleicht in gleiche Skulptursysteme wie bei den Diatomeen und Heterokonten auflösen lassen.

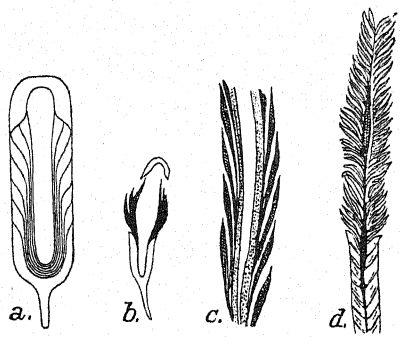


Fig. 123.

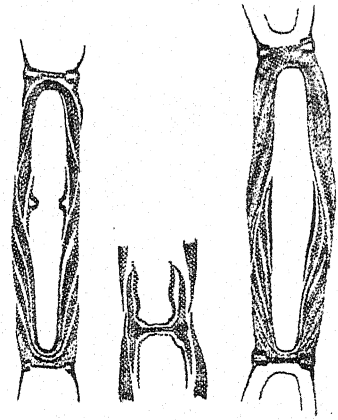


Fig. 124.

Fig. 123. Membranbau und Längenwachstum bei *Ophiocytium*. Wie auf S. 126 auseinandergesetzt, erfolgt das Längenwachstum von *Ophiocytium* dadurch, daß in den unteren Teil der zweischaligen Membran fingerlingartige, immer länger werdende Zuwachsstücke eingeschoben werden (nach BOHLIN).

Fig. 124. Längenwachstum der Zelle von *Tribonema*. Es werden in die beiden Membranhalbstücke fingerlingartige und immer länger werdende Zuwachsstücke eingeschoben (nach BOHLIN).

Eine sehr in die Augen fallende Übereinstimmung ist die Tatsache, daß das Längenwachstum der Membran bzw. des Gehäuses bei den Heterokonten, Diatomeen und Chrysophyceen in der gleichen Weise stattfindet. Auf S. 126 wurde auseinander gesetzt, daß das Längenwachstum bzw. das Größenwachstum der Heterokontenzellen in der Weise durchgeführt wird, daß an der Innenseite der primären Menbran periodisch neue Schichten angelagert werden, die über die vorhergehenden älteren Schichten hinausragen. Bei zylindrischen Zellen bekommen diese Zuwachsschichten die Form von tütenförmig ineinander steckenden Fingerlingen (Fig. 123, 124).

Ich habe bereits 1914 darauf hingewiesen, daß diese Form der Zusammensetzung der Membran, diese Form des Längenwachstums auch bei den Chrysomonaden vorhanden ist. Die Chrysomonadengehäuse bestehen meistens aus einem System

ineinander steckender Zuwachsstücke, die nach innen zu immer länger werden; besonders schön ist dieses Längenwachstum zu sehen bei jenen Gehäusen, bei denen die Zuwachsstücke mit ihrem oberen Rand etwas trichterig erweitert sind. Die beigegebenen Figuren von *Hyalobryon* (siehe Fig. 125 *a*) zeigen deutlich die Zusammensetzung aus vielen ineinander steckenden, röhrenartigen Stücken, von denen die innersten zugleich auch

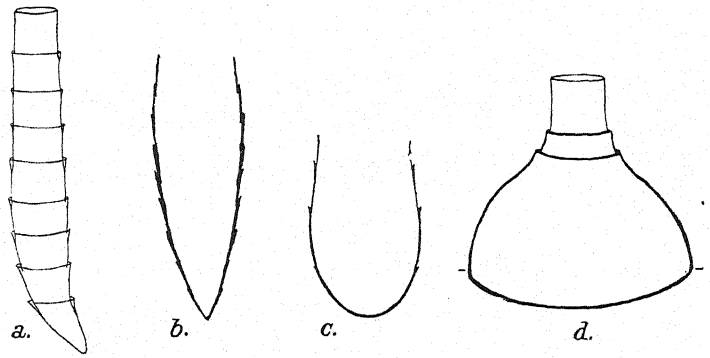


Fig. 125. Längenwachstum der Gehäuse bei verschiedenen Chrysophyceen (Chrysomonaden): *a Hyalobryon:* das lange Gehäuse setzt sich zusammen aus tütenförmig ineinandersteckenden Zuwachsröhren, deren oberer Rand etwas divergiert; *b Dinobryon* (Epipyxis): Gehäuse durch Bakterien etwas abgebaut. Bei *Dinobryon* ist die Zusammensetzung des Gehäuses nur bei sehr dicken Gehäusewänden dadurch angedeutet, daß diese Gehäusewände eine zarte, schiefe Strichelung zeigen. Bei dem Abbau der Membran durch Bakterien lockern sich die sonst fest aneinanderliegenden und mit ihren oberen Rändern nicht divergierenden Zuwachsstücke. Die Gehäuse lassen dann die Zusammensetzung erkennen; *c Kephyriopsis:* das Gehäuse besteht aus einem unteren Stück, dem röhrenförmig drei andere Stücke aufgesetzt sind, dementsprechend nimmt die Membran gegen den vorderen Rand an Dicke ab; *d Lagynion:* Zusammensetzung des Gehäuses aus mehreren ineinandersteckenden Röhrenstücken deutlich. Auch hier nimmt das Gehäuse gegen die Mündung an Dicke ab (vgl. den gleichen Membranaufbau dieser Chrysophyceen und den Membranaufbau von *Ophiocytium* und *Tribonema*).

die obersten und jüngsten sind. Bei anderen Formen (siehe Fig. 125 *c*, *d*) stehen die oberen Ränder der Zuwachsstücke nicht trichterig ab, sondern unterscheiden sich deutlich durch ihre verschiedene Wandstärke: bei diesen Formen erscheint die Gehäusewand entsprechend den Dicken der verschiedenen Zuwachszonen gestuft (siehe Fig. 125 *c*, *d*). Andere Gehäuse erscheinen einheitlich. Beim Abbau, bei dem diese Gehäuse mittels Bakterien zerstört werden, kommt aber die Zusammensetzung der Gehäuse aus mehreren Stücken deutlich heraus (siehe Fig. 125 *b*).

Genau die gleiche Form des Längenwachstums findet sich bei Diatomeen, die in die Länge wachsen. Karsten hat 1899 gezeigt, daß hier das Längenwachstum durch die Ausbildung kurzer, ineinander geschalteter Ringe geschieht, deren unterer Teil

immer in der übergreifenden Mündung des vorhergehenden Ringes steckt. Vergleicht man die Bilder von *Rhabdonema* (Fig. 126) mit *Ophiocytium* oder *Hyalobryon*, so fällt die weitgehende Übereinstimmung des Längenwachstums überzeugend auf. Deutlicher noch wird diese Übereinstimmung an den Figuren SMITHS über die Zuwachsstücke von *Grammatophora*. Hier ist die Ähnlichkeit der ineinander steckenden Membranteile mit denen der Heterokonten groß.

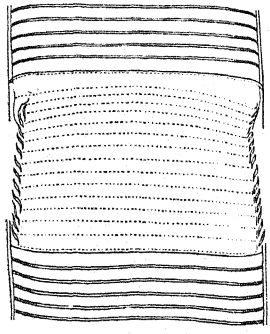


Fig. 126. Längenwachstum einer Diatomeenschale (*Rhabdonema*). Auch hier die trichterförmig ineinanderstecken-den Zuwachsringe deutlich erkennbar (nach G. KARSTEN).

Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen besitzen demnach weitgehende Übereinstimmung im Bau der Membran.

Bemerkt sei noch, daß Chrysophyceen und Heterokonten auch darin übereinstimmen, daß ihre Membran häufig einen sehr großen Gehalt an Pektin hat und keine Zellulosereaktion mehr gibt.

Übereinstimmung im Bau und in der Entstehung der Sporen.

Eine der wichtigsten Übereinstimmungen zwischen Heterokonten und Diatomeen besteht darin, daß die primären Sporen bei beiden endogen bzw. endoplasmatisch gebildet werden. Die Bildung der Heterokontensporen wurde auf S. 72 für die beiden Heterokonten *Chloromeson* und *Myxochloris* (Fig. 127, 128) dargestellt; die Membran der zweischaligen Sporen wird innerhalb des amöboid gewordenen Protoplasten derart angelegt, daß sich zuerst die eine (meistens größere) Hälfte der Membran abscheidet (siehe Fig. 127, 128). Der größte Teil des extracystären Plasmas wandert in die Schale ein und die Spore selber wird durch einen kleineren, manchmal deckelartigen Membranteil abgeschlossen.

Genau in der gleichen Weise, ebenfalls endoplasmatisch, erfolgt die Anlage der Sporen bei den Chrysophyceen (s. Fig. 129). Auch hier Amöboidwerden des Protoplasten, dann Abscheiden eines größeren Membranteiles, Einwandern des extracystären Plasmas und schließlich Verschluß der Öffnung durch einen

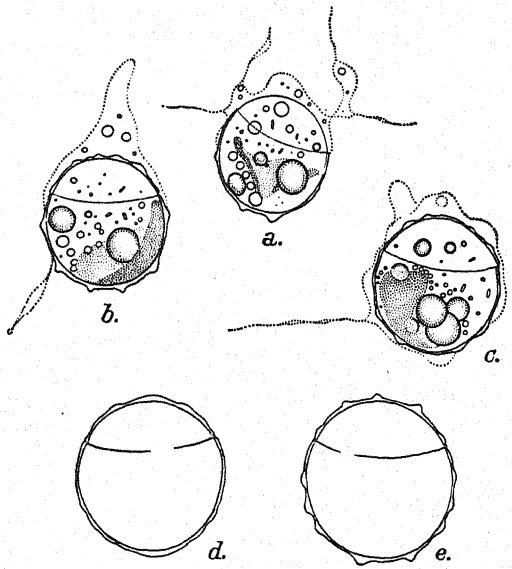


Fig. 127. Endoplasmatische Sporenbildung bei einer Heterochloridale (*Chloromeson*). Die Spore wird innerhalb des amöboid gewordenen Protoplasten angelegt und gebildet. Die Wand der fertigen Spore besteht aus zwei etwas ungleichen Schalen.

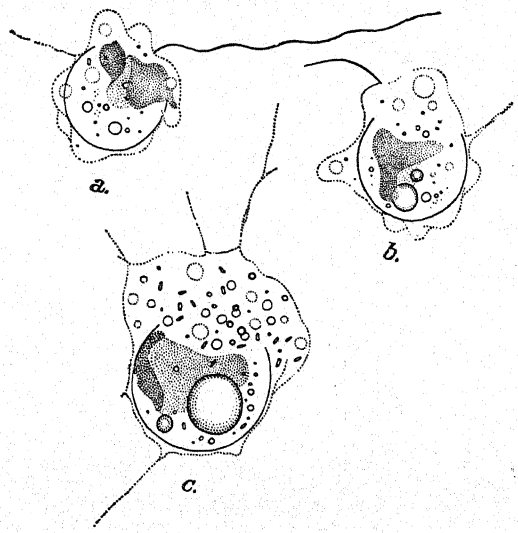


Fig. 128. Endoplasmatische Sporenbildung bei *Myxochloris sphagnicola*. Die Wand der Spore wird im Plasma des amöboid gewordenen Schwärmers angelegt (vgl. S. 72).

allerdings hier sehr kleinen Membranteil, der stopfenartig das Loch abschließt.

Diese endoplasmatische Sporenbildung, die bei den Chrysophyceen und Heterokonten gemeinsam vorkommt, ist eine der wichtigsten Belege für die Verbindung der beiden Reihen.

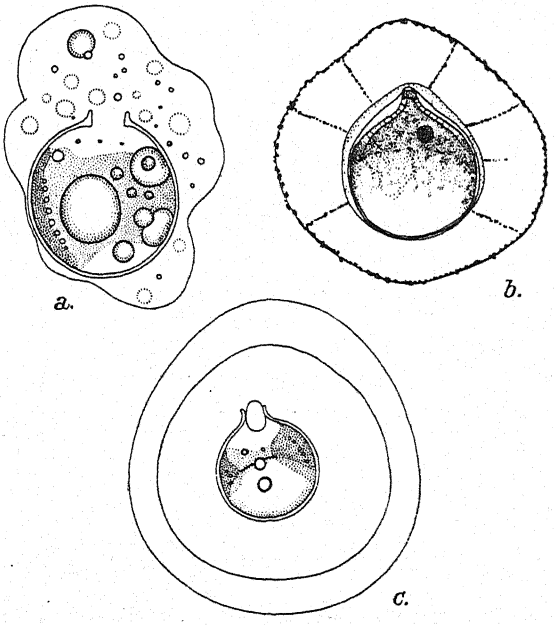


Fig. 129. Endoplasmatische Sporenbildung bei Chrysophyceen: *a* im amöboid gewordenen Protoplasten der Chrysomonade ist bereits der vorne offene Topfteil der Sporenwand gebildet. Der Chromatophor und ein großer Teil des Protoplasmas ist bereits in die angelegte Spore hineingeschlüpft. Die Öffnung der Spore wird durch einen Stopfen verschlossen; *b* das gleiche; *c* fertige Chrysophyceenspore, der Porus mit einem Stopfen verschlossen; Spore innerhalb einer weit abstehenden Gallerthülle liegend; *b* nach DOFLEIN, *a*, *c* Original).

Bei beiden Reihen sind, wie wiederholt betont, die Sporen mit einer zweiteiligen Membran versehen. Bereits 1914 und dann 1921 (S. 242) homologisierte ich die beiden Teile einer Chrysophyceenspore, Schale und Stopfen, mit den beiden Schalenteilen einer Heterokonten- oder Diatomeenspore. Der Stopfen der Chrysophyceenspore ist homolog dem oft deckelartigen, kleineren Teile der Heterokontenspore. Während bei den Heterokonten aber sehr viele die Membranteile gleich haben, besitzen die meisten Chrysophyceen den oberen Teil nur als Stopfen. Aber auch bei den Chrysophyceen gibt es Sporen, bei denen der Stopfen deckelartig verbreitert erscheint (vgl. Fig.

131). Auffallend ähnlich sind nun auch die Sporen mancher mariner, zentrischer Diatomeen, z. B. *Chaetoceras* (siehe Fig. 132).

Dazu kommt, daß die Sporen der Heterokonten, wie die der Chrysophyceen stark verkieselt sind und daß auch die Skulpturen dieser Sporen, wenn auch mit aller Vorsicht, für die Annahme einer Verwandtschaft der drei Gruppen mit ausgewertet

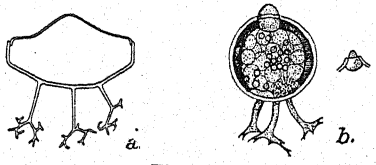


Fig. 130.

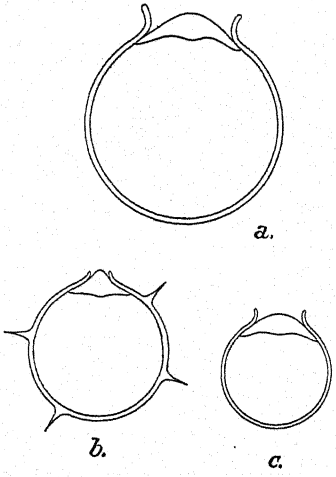


Fig. 131.

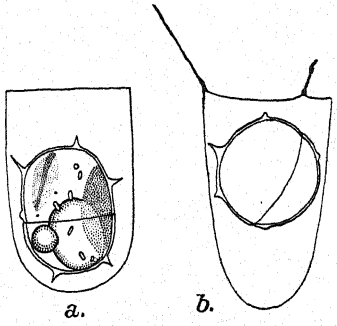


Fig. 132.

Fig. 130. Sporen von Diatomeen: *a Chaetoceras; b* von einer Chrysophycee (*Chromulina*). Die Wand der *Chaetoceras*-Spore besteht aus einem flachen Topf, der durch einen Deckel abgeschlossen ist. Bei der Chrysomonadenspore ist der Topfteil vorne so verengt, daß der Verschluß vorne durch einen Stopfen geschieht. Der Deckel der *Chaetoceras*-Spore und der Stopfen der Chrysomonadenspore sind homolog (*a* nach PASCHER, *b* nach SCHERFFEL). Vergleiche auch die eigenartigen, dichotom verzweigten Anhänge der beiden Sporen.

Fig. 131. *a–c* Verschiedene Chrysophyceensporen, bei denen der Porus sehr stark erweitert und der sonst relativ kleine Stopfen fast deckelartig verbreitert ist. Übergang des Stopfens zum Deckel.

Fig. 132. Sporen einer Heterococcale (*Schilleriella*). Die Sporenwand besteht aus zwei, meist etwas bis sehr ungleichen Teilen, von denen der kleine den größeren deckelartig abschließt. Besonders im unteren, größeren Membranteile, dem Topf, verschiedene Skulpturen. Die Übereinstimmung zwischen den Heterokonten-, den Chrysophyceen- und Diatomeensporen wird besonders durch den Vergleich von Fig. 130, 131 und 132 klar.

werden können. Das hat bereits SCHERFFEL versucht. An den Chrysophyceensporen (siehe Fig. 130 *b*) befinden sich gewöhnlich polare Stacheln oder Borsten, die dann auch eigenartig verzweigt sind. Die gleichen Verzweigungen treten bei Endosporen von *Chaetoceras* (siehe Fig. 130 *a*, 132) auf und auch die Sporen mancher mariner Heterokonten zeigen solche stachelartigen Membranskupturen (siehe Fig. 133; vgl. *Schilleriella*).

Reservestoffe und Chromatophorenapparat.

Leider existieren keine vergleichenden Untersuchungen über die Farbstoffe der Heterokonten, Diatomeen und Chrysophyceen. Und doch ist ein sehr wichtiger gemeinsamer Zug vorhanden: niemals tritt als Reservestoff Stärke auf, immer sind es Fette und Öle und außerdem ein eigenartiger Körper, der als besonders charakteristisch für die Chrysophyceen bezeichnet wurde, das Leukosin. Wie S. 111 gesagt wurde, ist das Leukosin mehrmals für Heterokonten nachgewiesen worden und ist sicher bei ihnen verbreitet. Für die ganze Frage nach den verwandtschaftlichen Verhältnissen der Diatomeen ist es nun von größter Bedeutung, daß es Korschikoff gelang, das Leukosin, das man auf die Chrysophyceen beschränkt glaubte, nun auch für die Diatomeen nachzuweisen. Er fand es in den gleichen, glänzenden Ballen und Tropfen in den Zellen von *Attheya* und *Rhizosolenia*. Ich konnte die Angaben Korschikoffs bestätigen und außerdem das Leukosin auch für weitere Süßwasser- und marine Diatomeen feststellen. Damit ist der eigenartige Reservestoff, das Leukosin, gerade für jene drei Algenreihen nachgewiesen, die auch aus anderen Gründen für verwandt gehalten werden müssen.

Während man lange Zeit die Chrysophyceen und Heterokonten für pyrenoidlos gehalten hat, wurden in den letzten Jahren für beide Algenreihen charakteristische Pyrenoide nachgewiesen. Bei den Chrysophyceen hat vor allem Geitler die Pyrenoide aufgezeigt. In meiner Arbeit über *Apistonema commutatum* konnte ich diese, übrigens weit verbreiteten Pyrenoide auch photographisch festhalten. Es handelt sich immer um Pyrenoide, die der Innenseite des Chromatophoren, mit Chromatophorensubstanz überdeckt, scheinbar anliegen. Die gleichen scheinbar anliegenden und nicht freien Pyrenoide haben dann Geitler und Korschikoff für eine Reihe von Heterokonten erwiesen und ich konnte, wie im Abschnitt Pyrenoide gezeigt wurde, eine noch viel größere Verbreitung der Pyrenoide bei den Heterokonten angeben. Auch bei den Heterokonten handelt es sich um ein scheinbar anliegendes, leicht eingebettetes, also inliegendes Pyrenoid. Bei manchen Formen macht es den Eindruck, als ob das Pyrenoid auch in vollständiger Ablösung vom Chromatophoren sein könnte.

Ein Unterschied ist allerdings zwischen Chrysophyceen und Diatomeen einerseits und Heterokonten andererseits.

Die ersten beiden Gruppen besitzen braune Farbstoffe und sind braun. Die Heterokonten entbehren des braunen Farbstoffes. Nun ist aber der Besitz des braunen Farbstoffes weder für die Diatomeen noch für die Heterokonten absolut konstant. Zunächst kann der braune Farbton, damit also auch der Gehalt an braunem Farbstoff, durch äußere Faktoren sehr herabgemindert werden. Viele Chrysophyceen erscheinen, besonders in stark sauren Gewässern, fast grün und auch bei den Diatomeen gibt es Formen, bei denen im vegetativen Leben die Chromatophoren vorübergehend fast grün erscheinen. Andererseits

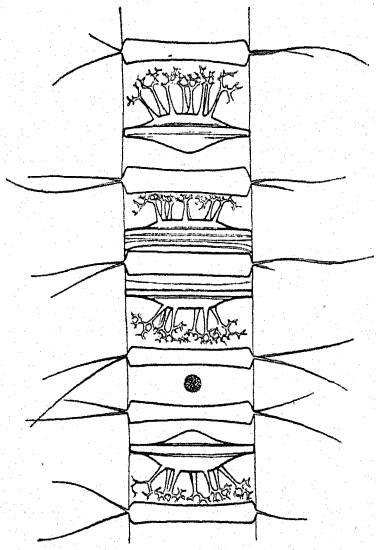


Fig. 133. *Chaetoceras:* in Sporenbildung begriffen. In den Zellen der Diatomee die flachen, büchsenartigen Sporen gebildet, deren Membran aus einem unteren größeren und einem deckelartig abschließenden kleineren Teil besteht. Die bäumchenförmigen, dichotom verzweigten Skulpturen am größeren Membranteil sehr deutlich. Vergleiche auch Fig. 130 *a*.

gibt es unter den Chrysophyceen Formen, die konstant grün aussehen und tatsächlich bereits wegen ihres grünen Aussehens als Heterokonten beschrieben wurden: z. B. *Chlorochromonas*, die als eine Heterochloridale betrachtet wurde, bis Perfiljew nachwies, daß *Chlorochromonas* die typischen Chrysophyceensporen mit Porus und Stopfen hat und eigentlich nur eine grüne Ausgabe der sonst braunen *Ochromonas* darstellt. Es sei erwähnt, daß manche Diatomeen den Speciesnamen *viridis* bekommen haben: *Pinnularia viridis*; (auch bei anderen Gattungen). Ich bin fest überzeugt davon, daß eine nähere Analyse der Farbstoffe eine weitgehende Übereinstimmung in den Farbstoffverhältnissen der Diatomeen, Chrysophyceen und Heterokonten und wahrscheinlich auch der Phaeophyceen erweisen wird.

Hier sei auch noch ausdrücklich auf eine morphologische Übereinstimmung hingewiesen. Sowohl bei den Chrysophyceen als auch bei den Heterokonten kommt neben der Wandständig-

keit jene eigenartige Stellung der Chromatophoren vor, die im Kapitel S. 97 als Binnenständigkeit bezeichnet wurde. Ich verweise auf die Photos und Abbildungen (Fig. 134, 135). Bei keiner anderen Algenreihe (mit Ausnahme der Phaeophyceen, wie ich später zeigen werde) findet sich diese eigenartige Stellung der

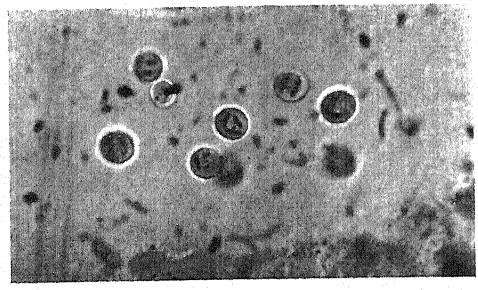


Fig. 134. Binnenständige Chromatophoren bei Heterokonten (*Heterogloea endochloris*). Die kleinen, unregelmäßig in Gallertlagern liegenden Zellen besitzen zwei binnenständige Chromatophoren.

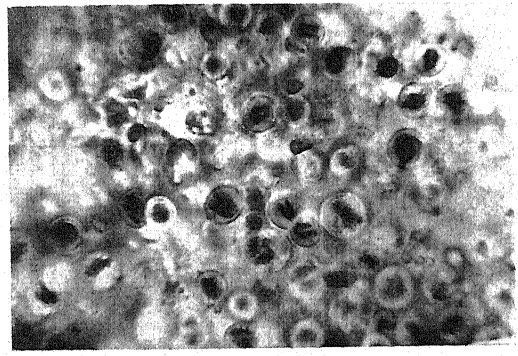


Fig. 135. Binnenständige Chromatophoren bei Chrysophyceen (*Geochrysis*): eine aerophile Erdalge. In den Zellen deutlich ein großer, meist umgeschlagener, plattenförmiger, binnenständiger Chromatophor. Die Übereinstimmung der Chromatophorenlage mit Fig. 134 sehr auffallend.

Chromatophoren wieder. Einige unvollständige Beobachtungen machen mir den Eindruck, als ob diese Binnenständigkeit der Chromatophoren gelegentlich bei Diatomeen mit zerteilten Chromatophorenplatten vorkommen könnte. Leider sind wir über die Chromatophorenstellung während der Teilung der Diatomeenprotoplasten noch recht schlecht unterrichtet.

Chromatophorenapparat und Reservestoffe zeigen demnach bei den Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen so viele

gemeinsame Züge, daß mit den anderen morphologischen Übereinstimmungen zusammen die Annahme einer Verwandtschaft zwischen diesen drei Gruppen unabweislich wird.

Andere Übereinstimmungen.

Für diese Verwandtschaft spricht auch der bereits S. 89 behandelte eigenartige Charakter des Plasmas. Bei allen diesen drei Algenreihen ist das Plasma eigenartig glashell. Es zeigt in den meisten Fällen nicht die übliche starke Körnigkeit. Damit hängt vielleicht auch die auffallend leichte Fließbarkeit des Plasmas zusammen. Sowohl bei den Chrysophyceen als auch bei den Heterokonten macht es den Eindruck, als ob die Oberflächenspannung des Plasmas wie auch dessen Viskosität von der der anderen Algenreihen abwiche. Man kann Heterokonten trotz ihrer grünen Chromatophoren zu allermeist schon an ihrem eigenartigen Plasma erkennen. Ich bin überzeugt, daß eine eingehende Kenntnis der Viskosität des Plasmas und seiner Fließbarkeit uns bedeutende Unterschiede aufzeigen wird zwischen dem Protoplasma der Chrysophyta einerseits und dem der Chlorophyceen andererseits. Ebenso werden sehr stark abweichen die Rhodophyceen und selbstverständlich auch die Blaualgen. Was ich von nackten Protoplasten der Phaeophyceen sah, erinnerte sehr an die Verhältnisse bei den Chrysophyten. Eine etwas abweichende Stellung scheinen mir darin die Pyrrhophyten (Cryptophyceen, Dinophyceen und Desmokonten) einzunehmen. Sie scheinen mir darin Verhältnisse aufzuweisen, die den Chlorophyten ähnlich sind.

Mit dieser abweichenden Viskosität und der größeren Fließbarkeit, also den anderen Oberflächenspannungsverhältnissen des Protoplasmas der Heterokonten und Chrysophyceen, möchte ich die Tatsache in Zusammenhang bringen, daß gerade bei diesen Algengruppen die Neigung zur Ausbildung vorübergehender oder dauernder rhizopodialer Ausbildungen sehr groß ist. Bei keiner anderen Algenreihe gibt es eine so reiche Entwicklung rhizopodialer Formen wie bei den Chrysophyceen und auch bei den Heterokonten ist die Neigung dazu sehr bedeutend, vor allem auch bei den Schwärmern, und zwar bei Angehörigen aller Heterokontengruppen. Diesen beiden Reihen gegenüber ist die Neigung zur rhizopodialen Formbildung bei den Chlorophyceen und auch bei den Pyrrhophyten gering.

Über die rhizopodiale Ausbildung bei den Diatomeen sind wir nur sehr wenig unterrichtet. Es darf aber vielleicht doch

darauf hingewiesen werden, daß in den Kulturen farbloser Diatomeen, die O. RICHTER studiert hat, nackte Plasmamassen gebildet werden konnten. Die Deutung dieser Plasmamassen als Pseudoauxosporen ist aber kaum aufrecht zu erhalten. Die Erscheinung der Wandergameten, die GEITLER für eine Reihe von Diatomeen nachwies, läßt sich vielleicht im gleichen Sinne auswerten. Jedenfalls aber möchte ich meinen, daß die gleiche Beschaffenheit des Plasmas ein sehr wichtiges Charakteristikum ist.

Aus all diesen Gründen habe ich bereits 1914 Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen als den Stamm der *Chrysophyta* zusammengefaßt und in einer Reihe von Arbeiten immer von neuem neue Belege für die Richtigkeit dieses Zusammenschlusses dieser drei Algenreihen erbracht.

Ich hätte nur gewünscht, daß auch von den Gegnern dieser Anschauung, z. B. PRINTZ auf gleich breiter Basis die Gründe für ihre gegenteilige Meinung erbracht worden wäre. PRINTZ hat nicht gezeigt, warum er trotz der weitgehenden Differenzen zwischen Chlorophyceen und Heterokonten die Heterokonten mit den Chlorophyceen zusammen behandelte.

Im Jahre 1913 hat CHODAT seiner Monographie der reinkultivierten Algen ein System der Algen angehängt. Seite 255 führt er die „Phéophycées" an, die er ungemein weit faßt, da er sämtliche braune Algen: Diatomeen, Dinoflagellaten, Cryptomonaden, Phaeosporeen, Dictyotalen dazu stellt, dazu noch die Eugleninen. Es muß bemerkt werden, daß auch er die Familien der Heterokonten trotz ihrer grünen Färbung hier einstellt, wenn er auch diese Familien nicht zu einer Algenreihe der Heterokonten zusammenfaßt.

Die neueren Algenwerke nehmen in der überwiegenden Mehrheit an, daß die Heterokonten den Chrysophyceen und Diatomeen näher stehen als anderen Algengruppen. Wenn sie auch diese drei Algenreihen noch nicht als Chrysophyten zusammenfassen, so geben sie ihrer Anschauung über die Verwandtschaft der Heterokonten doch dadurch Ausdruck, daß in ihren Darstellungen die Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen aufeinander folgen und die Heterokonten weit von den Chlorophyceen abgerückt erscheinen. (OLTMANNS, Morph. Biol. Alg. 2. Aufl. Bd. I (1922); DANGEARD, P., Traité d. Alg. 1933; SMITH, Freshw. Alg. USA. 1933; FRITSCH, Struct. Rep. Alg. 1, (1935) u. a.

Die gegensätzlichen Anschauungen über die Verwandtschaft der Heterokonten mit den Grünalgen oder mit den Chrysophyceen und Diatomeen, seien durch die drei folgenden Schemen wiedergegeben:

Chrysophyta			*Chlorophyceae* i. w. Sinne d. Wortes				*Chlorophyceae* i. w. Sinne			
Chrysophyceae	*Diatomeae*	*Heterokontae*	*Isokontae*	*Stephanokontae*	*Conjugatae*	*Heterokontae*	*Chlorophyceae* i. eng. Sinne	*Conjugatae*	*Charophyta*	*Heterokontae*
(PASCHER 1914)			BLACKMAN u. TANSLEY (1903)				(PRINTZ 1927)			

Auf serodiagnostischer Basis hat STEINECKE versucht, dem Problem der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Heterokonten näher zu kommen. Er kommt dabei im allgemeinen zu den gleichen Ergebnissen: nähere Verwandtschaft zwischen den Heterokonten, Diatomeen und Chrysophyceen.

STEINECKE möchte aber auch auf Grund des Ausfalles seiner Reaktionen zwischen den Heterokonten und den Chlorophyceen von *Tribonema* ausgehend über *Microspora* eine Brücke zu *Ulothrix* schlagen. Das erscheint nicht zutreffend und nur möglich unter Verkennung und Außerachtlassung der anderen Unterschiede in bezug auf Reservestoffe, Bau und Entstehung der Sporen sowie auch in der Struktur der Geißeln. Wenn STEINECKE immer wieder darauf hinweist, daß auch bei einzelnen Chlorophyceen zwei ungleich lange Geißeln vorkommen, so bezieht er sich auf eine Eigenschaft, die bei vielen, untereinander nicht verwandten Flagellaten und Schwärmern vorkommt. Wie oben (S. 10) bereits auseinandergesetzt, steht die ungleiche Begeißelung zunächst nur in Beziehung zur Dorsiventralität des Protoplasten. Sie bildet sich dann aus, wenn der Protoplast der Monade dorsiventral bzw. monosymmetrisch wird. Die Schwärmer einiger Chlorophyceen z. B. *Rhizoclonium*, *Hormidium*, sind etwas dorsiventral, so wie es auch dorsiventrale, einzeln lebende Chlamydmonadinen gibt. Sie haben zwei ungleich lange Geißeln. Es muß immer wieder betont werden, daß bei Annahme: *Tribonema* → *Ulothrix* zunächst die großen Gegensätze im Sporen- und Schwärmerbau und auch in den Assimilaten als unwesentlich erwiesen werden müssen. Mit einem solchen Nachweise haben sich aber weder STEINECKE, noch PRINTZ, noch andere beschäftigt.

Auf Grund seiner Serumreaktionen kommt STEINECKE nach der anderen Richtung hin zur Annahme einer verwandtschaftlichen Beziehung zwischen den Heterokonten und den Pyrrhophyten (Cryptophyceen, Desmokonten und Dinophyceen) und auch den Eugleninen. Diese Annahme kann aber nicht durch einen einzigen morphologischen Beleg erhärtet werden, im Gegenteil, alles, was wir von der Morphologie der Pyrrhophyten und Eugleninen wissen, widerspricht nach jeder Hinsicht hin einer solchen Annahme.

Die Ursache dieser überdehnten Auswertung der serodiagnostischen Ergebnisse liegt meiner Meinung nach darin, daß STEINECKE für seine serodiagnostischen Vergleiche Material benützt hat, das nicht absolut rein war: Nur absolut reines Material kann die Grundlage für solche Untersuchungen abgeben. Auch schon die geringste Verunreinigung des Materials muß einen anderen Ausfall der Reaktionen ergeben, damit zu Fehlschlüssen führen und trübt die Untersuchungsergebnisse. Wenn ich auch nicht bezweifle, daß STEINECKE tatsächlich *Tribonema bombycinum* für seine Reaktionen benützte, so war doch das Material, wie er selbst zugibt, nicht rein. Wer einmal *Tribonema*-Watten studiert hat, weiß, daß in diesen *Tribonema*-Watten, abgesehen von den Bakterien, Algen aus den verschiedensten Gruppen mit vorkommen. STEINECKE gibt auch an, daß er auch bei anderen Algen nicht von absolut reinen Kulturen ausgegangen ist. Weder für *Microspora* noch für *Ulothrix* noch für die Eugleninen basieren seine Untersuchungen auf absolut reinem Material (Bot. Arch. **10**, 140, und andere Stellen der Arbeit). STEINECKE weist mit Recht darauf hin, wie vorsichtig die aus nicht ganz reinem Material gewonnenen Serumreaktionen verwertet werden dürfen. Um so spürbarer ist der Gegensatz zwischen dem unsicheren Vertrauen zu den Reaktionsergebnissen und den aus diesen unsicheren Reaktionen weitgehend gezogenen Schlüssen, denen meiner Ansicht nach die einwandfreie serodiagnostische Basis fehlt.

STEINECKE deutet seine Versuchsergebnisse auf serodiagnostischer Basis im Sinne der Richtigkeit meiner aus morphologischen Vergleichen gewonnenen systematischen (nicht phylogenetischen) Anschauungen. Trotzdem möchte ich die Übereinstimmungen zwischen STEINECKE und mir nicht als einen weiteren Beleg für die Richtigkeit meiner Anschauungen auswerten, aber andererseits auch nicht für die Richtigkeit seiner Anschauungen. Es kann die Frage aufgeworfen werden, ob

es Erfolg hat, bei ungenügenden Voraussetzungen auf serodiagnostischem Wege gleich an die Klärung der phylogenetischen Beziehungen zwischen den großen Algenstämmen heranzugehen. Vielleicht wäre es durchsichtiger und erfolgreicher, mit absolut reinem Material zunächst die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen engeren Gruppen der gleichen Algenreihe zu klären und dann erst allmählich auf die serodiagnostische Prüfung der Verwandtschaftsverhältnisse größerer Gruppen überzugehen. Die gewiß sehr mühseligen Versuche STEINECKES erscheinen mir als verfrüht deshalb, weil die realen Voraussetzungen zu solchen Versuchen noch nicht ganz gegeben sind.

Auch HUSTEDT erörterte in seiner Bearbeitung der Diatomeen für die RABENHORSTsche Kryptogamenflora, Bd. 7, S. 11, die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysophyceen und schließt seine Betrachtung mit folgendem Satz: „Es hängt besonders von der Stellung des einzelnen Forschers zu den serodiagnostischen Untersuchungen ab, ob er der von PASCHER-STEINECKE vertretenen Ansicht folgen oder aber sich an KARSTEN-OLTMANNS anschließen will.“ Gegen diesen Satz muß ich ausdrücklich Einspruch erheben: meine durch morphologische Vergleiche gewonnenen Anschauungen über die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen haben zunächst gar nichts zu tun mit den serodiagnostischen Verwandtschaftsergebnissen STEINECKES. Ob die Ergebnisse der serodiagnostischen Untersuchungen STEINECKES bestätigt werden oder nicht, ob man sich zu ihnen positiv oder negativ einstellt, die von mir für die Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen herangezogenen morphologischen Tatsachen bleiben für sich bestehen. Es darf auch vielleicht historisch bemerkt werden, daß ich aus den morphologischen Übereinstimmungen der drei Algenreihen bereits 1914 meine Schlußfolgerungen für die Verwandtschaftsverhältnisse zog, während STEINECKES Untersuchungen um mehr als 10 Jahre später veröffentlicht wurden.

Auf die unhaltbare Fassung, die DEKKER und ZIEGENSPECK (1929, S. 404) dem Problem gegeben haben, kann nicht ausführlich eingegangen werden. Ich führe aus S. 404 an: „Bis zu den Spermatozoiden der *Fucaceae* hinauf haben alle eigenbeweglichen Zellen die verschiedene Größe der Geißeln gemeinsam. Unser Ausgangspunkt sind daher die *Hetero-*

kontae"; und S. 413: „Dieser (zu ergänzen: Heterokontenast) umfaßt alle Flagellaten und Algen mit ungleichen Geißeln."

Die Unhaltbarkeit der DEKKER-ZIEGENSPECKschen Spekulationen erhellt schon aus der Tatsache, daß in diesem Heterokontenast zu vereinigen wären: Die Heterokonten, die Phaeophyten, ein Teil (aber nicht alle) Chrysophyceen, die Dinophyceen, Desmokonten, viele Eugleninen, von den Chlorophyceen einige *Rhizoclonium*- und *Hormidium*-Arten, eine *Dictyococcus*-Art und einige Chlamydomonadinen mit ungleichen Geißeln, z. B. *Trimastix* und *Dangeardinella*; die anderen Chlorophyceen, Eugleninen, Chrysophyceen hätten mit dem Heterokontenast nichts zu tun.

Es muß hier wieder betont werden, daß allem Anschein nach die Ungleichheit der beiden medianen Geißeln im Zusammenhang mit der Dorsiventralität des Protoplasten zu stehen scheint und Dorsiventralität in allen Flagellatenreihen ausgebildet werden kann. Daher kann die verschiedene Längenausbildung der Geißeln nur sehr bedingt ausgewertet werden.

1933 hat (Seite 393) P. A. DANGEARD darauf hingewiesen, daß Chlorophyceen bei längerer oder bestimmter Kultur sich in der Weise abändern, daß sie pyrenoidfrei werden, nicht mehr Stärke speichern, sondern Öl als Reservestoff einlagern und allem Anschein nach auch den Karotingehalt erhöhen. Er verweist damit auf die Möglichkeit, daß die Heterokonten gewissermaßen abgeleitete Chlorophyceen sein könnten oder die Chlorophyceen weiter entwickelte Heterokonten. So geistreich diese Gedanken sind, so sind sie für die phylogenetische und systematische Auswertung der großen Algengruppen nicht von Belang. Die von DANGEARD aufgezeigten Veränderungen treten sehr häufig auch bei anderen Algen auf, die extrem kultiviert werden. Vor allem sind sie bei sehr vielen aero- und geophilen Chlorophyceen vorhanden, die ja ebenfalls unter sehr extremen Bedingungen leben. Darauf ist es ja auch zurückzuführen, daß eine Reihe von Erdprotococcalen wegen ihres hohen Karotingehaltes und des Mangels an Stärke als Heterokonten beschrieben wurden (F. CHODAT und E. KÓL.), bis sie schließlich doch auf Grund ihrer Schwärmerformen oder dadurch, daß bei bestimmter Kultur doch noch Stärke gebildet wurde, ihre Chlorophyceennatur erkannt wurde (W. VISCHER 1936). Es muß aber ferner bemerkt werden, daß der Mangel an Stärke, das Auftreten von Öl als Reserve-

stoff und das häufige Fehlen der Pyrenoide nicht die einzigen, vor allem nicht die wesentlichen Merkmale der Heterokonten sind. Wenn es DANGEARD gelingen würde, durch lange, extreme Kulturbedingungen an den Chlorophyceen auch die anderen Heterokontenmerkmale hervorzurufen: die andere Struktur der Geißeln, die endoplasmatische Bildung der Sporen und die Sporenform selber, die Beschaffenheit des Plasmas usw., dann hätten die geistreichen Ideen DANGEARDS durchschlagende Bedeutung. Das ist aber bis jetzt noch nicht gelungen und wird sicher nicht gelingen. DANGEARD gebührt aber das Verdienst, neuerdings auf die Veränderungen hingewiesen zu haben, die Grünalgen unter Umständen durch konstante Kultur erleiden können.

2. Parallelentwicklung und Konvergenzen zu den Heterokonten und den anderen Algen, insbesondere den Chlorophyceen.

Nach den morphologischen Befunden ist die Annahme einer engeren Verwandtschaft zwischen den Heterokonten und den Chrysophyceen und Diatomeen unabweislich und die Verwandtschaft der Heterokonten mit den Chlorophyceen abzulehnen. Daß die Heterokonten überhaupt zu den Chlorophyceen in Beziehung gebracht wurden, geht auf einige Umstände zurück:

1. Die Heterokonten wurden, obwohl sie einem Algenstamm mit braunen Pigmenten angehören, durch Rückbildung der braunen Farbstoffe in ihrer Färbung den Chlorophyceen ähnlich.

2. Bei den Heterokonten lassen sich die gleichen allgemeinen Organisationstypen auffinden wie bei den Chlorophyceen (und bei den meisten anderen Algenreihen). Ich habe bereits im Jahre 1912 (Hedwigia **53**, 7–23) darauf hingewiesen, daß bei den Heterokonten die gleichen Organisationstypen festgestellt werden können, die bereits vorher für die Chlorophyceen festgestellt wurden und als Grundlage des Systems für die Chlorophyceen benützt wurden. Was für die Chlorophyceen die *Volvocales* sind, sind für die Heterokonten die *Heterochloridales*; was die *Tetrasporales* für die Chlorophyceen sind, sind für die Heterokonten die *Heterocapsales*, ebenso entsprechen den *Heterococcales* bei den Heterokonten die *Protococcales* bei den Chlorophyceen, die *Heterotrichales* der Heterokonten sind die Parallelentwicklung zu den *Ulotrichales* der Chlorophyceen und

auch die Reihe der *Siphonales* unter den Chlorophyceen hat in *Botrydium* unter den *Heterosiphonales* eine Parallelentwicklung. Solange der Hauptton der Untersuchungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Algen sich auf den Vergleich der habituellen Organisationstypen bezog, solange war natürlich eine reinliche Scheidung zwischen den Chlorophyceen und Heterokonten kaum möglich.

Eine solche reinliche Scheidung wurde erst möglich, als die wesentlichen, charakteristischen Züge der Heterokonten herausgearbeitet und den wesentlichen Zügen der Grünalgen gegenüber gestellt werden konnten. Es ist dies eine wissenschaftliche Arbeit, die, wie ich im kurzen geschichtlichen Abriß der Erforschung der Heterokonten zeigen werde, mit A. Braun beginnt (1857), über Borzi (1895) und die Schule Lagerheims: Bohlin und Luther (1897–1901) zu den Arbeiten Chodats und seiner Schüler führt und einen vorläufigen Abschluß mit den Untersuchungen über die morphologischen Übereinstimmungen zwischen Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen, über den Bau und die Entstehung der Sporen, über die Struktur der Geißeln (Pascher 1912 bis jetzt, Vlk 1931) gefunden hat. Im Jahre 1914 konnte ich zeigen, daß sich die gleichen Organisationstypen, die bereits in paralleler Weise für die Heterokonten und Chlorophyceen festgestellt wurden, für alle jene Algenreihen erweisen lassen, die mit Flagellatenorganisationen in Zusammenhang gebracht werden können. Damit wurden die gleiche allgemeine Entwicklung und die prinzipiellen Konvergenzen zwischen diesen Algenreihen aufgedeckt (vgl. auch die letzten Arbeiten W. Vischers).

Boye-Petersen (1932, 403) hält die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, Heterokonten und Chlorophyceen mittels Gramfärbung unterscheiden zu können. *Muriella* — eine protococcale Chlorophycee erwies sich als gram-positiv, — *Monodus*, eine Heterococcale als gram-negativ. Eigene orientierende Versuche zeigten mir, daß diese Farbreaktion zumindest nicht durchgreifend verwendbar ist. Hält man sich die Anschauungen, die man dem Reaktionsausfall bzw. Reaktionsverlauf zumindest theoretisch zugrundegelegt hat, vor Augen, so kann die Begrenztheit der Verwendung für diesen besonderen diagnostischen Zweck nicht überraschen. Vielleicht sind auch die Abwandlungen in den verschiedenen Zuständen des Individualzellebens der Algen für den Ausfall der Gramreaktion maßgebender, als man z. Z. anzunehmen geneigt ist.

	Chrysophyta			Chlorophyta		Pyrrophyta		
	Chrysophyceae		Heterokontae	Chlorophyceae		Cryptophyceae	Desmokontae	Dinophyceae
Flagellaten-organisat.	*Chrysomonadineae* *Chromulina* *Ochromonas*		*Heterochloridineae* *Nephrochloris* *Ankylonoton* *Heterochloris*	*Volvocineae* *Dunaliella* *Chlamydomonas*		*Cryptomonadineae*	*Desmomonadineae*	*Dinoflagellatae*
Rhizopoden-organisat.	*Rhizochrysidineae* *Rhizochrysis* *Chrysarachnion* *Myxochrysis*		*Rhizochloridineae* *Rhizochloris* *Chlorarachnion* *Myxochloris*					*Rhizodinineae* *Amoebodinium*
Capsalen-organisat.	*Chrysocapsineae* *Chrysocapsa* *Hydrurus* *Naegeliella*		*Heterocapsineae* *Heterogloea* *Helminthogloea*	*Tetrasporineae* *Palmodactylon* *Tetraspora*		*Phaeocapsineae* *Phaeococcus* *Phaeoplax*	*Desmocapsineae* *Desmocapsa*	*Dinocapsineae* *Gloeodinium*
Coccalen-organisat.	*Chrysosphaerineae* *Chrysosphaera* *Epichrysis*	**Diatomeae**	*Heterococcineae* *Botrydiopsis* *Characiopsis* *Tetraedriella*	*Protococcineae* *Chlorococcum* *Characium* *Tetraedron*	**Conjugatae**	*Cryptococcineae* *Tetragonidium*		*Dinococcineae* *Phytodinium* *Stylodinium* *Tetradinium*
Trichalen-organisat.	*Chrysotrichineae* *Nematochrysis* *Phaeothamnion*		*Heterotrichineae* *Heterothrix* *Heterodendron*	*Ulotrichineae* *Ulothrix* *Stigeoclonium* *Microthamnion*				*Dinotrichineae* *Dinothrix* *Dinoclonium*
Siphonalen-organisat.			*Heterosiphonineae* *Botrydium*	*Siphonineae* *Valonia* *Halicystis*				
Siphonocladialenorg.				*Siphonocladineae*				

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Heterokonten und ihre Stellung innerhalb der Algenreihen, welche mit den Flagellaten in Beziehung stehen, ergeben sich aus der Übersicht über diese Algenstämme auf S. 175. In dieser Übersicht sind die einzelnen Algenstämme entsprechend ihren Verwandtschaftsverhältnissen zusammengefaßt. Außerdem übersichtlich dargestellt, welche Organisationen für die einzelnen Algenreihen derzeit nachgewiesen sind. Diese Übersicht zeigt auch die Konvergenzen zwischen den Heterokonten und den anderen Algenreihen in bezug auf die Ausbildung der parallelen Organisationen. Bei den einzelnen Klassen und Ordnungen sind außerdem noch jene Gattungen als Beispiel angeführt, welche konvergente Ausbildungen darstellen.

Die vorstehende Übersicht geht von der Annahme aus, daß die Algenorganisationen mit den Flagellatenorganisationen zusammenhängen, daß sich erstere aus den letzteren entwickelt hätten. Im Gegensatz dazu steht die Mezsche Schule.

Mez und Steinecke gehen von der Annahme aus, daß die Flagellatenformen der Algenreihen stabilisierte Jugendformen: „Neotenien" sind. Die Flagellatenorganisationen wären nach dieser Auffassung aus behäuteten, unbeweglichen Algen dadurch hervorgegangen, daß das vegetative Leben auf die sonst nur gelegentlich gebildeten Schwärmer übergegangen sei. Gegen eine solche Annahme wie gegen jede andere mögliche Annahme ist von vornherein nichts einzuwenden, weil sie heuristischen Wert haben kann. Für die Mez-Steineckesche Betrachtungsweise lassen sich aber keine tragfähigen Unterlagen finden. Im Gegenteil, die einschlägigen Tatsachen sprechen, wie ich in einer eigenen Arbeit erweisen werde, zumindest bei den Algen gegen diese Neotenietheorie.

Die Übersichts-Tabelle auf Seite 175 zeigt zunächst, daß bei den Heterokonten alle Organisationstypen, die unter Algen realisiert sind, ausgebildet wurden mit Ausnahme der Siphonocladialenorganisation. Die Heterokonten erweisen sich damit nach den Chlorophyceen nach unserem jetzigen Wissen als die an Organisationen reichste Algengruppe: sie haben Vertreter in der Flagellaten-, Rhizopoden-, Capsalen-, Coccalen-, Trichalen- und Siphonalen-Organisation ausgebildet.

Vergleicht man aber den Reichtum der Formen, den die Heterokonten in einzelnen Organisationen derzeit erweisen lassen, so ergibt sich, daß sich die Heterokonten in vielen Be-

ziehungen darin im Vergleich mit den anderen Algenreihen verschieden verhalten. Während bei den Chlorophyceen, Dinophyceen und Chrysophyceen, auch bei den Desmokonten die Monadenorganisation in einer großen Anzahl von Gattungen und Arten entwickelt ist, so erscheint die Monadenorganisation der Heterokonten (die Heterochloridalen) derzeit sehr wenig formenreich. Wir kennen hier auch keine koloniale Ausbildung und auch keine Formen mit Gehäusen, also Formen, die bei den Volvocales bzw. bei den Chrysomonaden ungemein formenreich entwickelt sind.

Dagegen sind unter den wenigen bis jetzt bekannten rhizopodialen Gattungen der Heterokonten sowohl einzeln lebende, nackte und mit Gehäuse versehene, wie auch filarplasmodiale und sogar fusionsplasmodiale Gattungen ausgebildet. Die wenigen rhizopodialen Gattungen zeigen aber fast die gleiche Mannigfaltigkeit wie die so formenreichen rhizopodialen Chrysophyceen. Einen auffallenden Gegensatz dazu bilden die Chlorophyceen, bei denen dauernd rhizopodiale Organisationen derzeit noch nicht völlig sichergestellt sind.

Was die Capsalenorganisation der Heterokonten anlangt, so zeigt sie im Prinzip die gleichen Formen wie die der Chrysophyceen und der Chlorophyceen. Nur fehlt bei den Heterokonten nach unserer derzeitigen Kenntnis jene Ausbildung, die mit den sogenannten „Gallertcilien" versehen ist und uns bei den Capsalenausbildungen der Chrysophyceen und Chlorophyceen begegnet.

Gemeinsam mit den Chlorophyceen und etwas abweichend von den Chrysophyceen und Dinophyceen haben die Heterokonten die Tatsache, daß sie in der Coccalenorganisation sehr formenreich und in vielen Arten und Gattungen entwickelt sind. Dagegen verhalten sich die Heterokonten wieder in bezug auf die Fadenorganisation recht verschieden von den Chlorophyceen: hier eine unübersehbare Fülle fädiger Algen, bei den Heterokonten eine auffallende Armut in der Mannigfaltigkeit von Gattungen und Arten (bei den Chlorophyceen ca. 60 Gattungen mit bei 1000 Arten, bei den Heterokonten 7 Gattungen mit kaum 30 Arten)[1]). Ebenso unterscheiden sich die Heterokonten von den Chlorophyceen dadurch, daß bei den ersteren die Siphonalenorganisation zwar in typischer Form, aber nur in einer Gattung entwickelt ist, während die

[1]) Diese Zahlen werden sich bei den Heterokonten in manchen Gruppen vergrößern (W. Vischer).

Siphonalen und vor allem die bei den Heterokonten völlig fehlende Siphonocladialenorganisation der Chlorophyceen speziell im Meere ganz eigene Wege gegangen ist und eine außerordentlich große Formenfülle hervorgebracht hat.

Trotzdem Heterokonten und Chlorophyceen die gleichen habituellen Organisationen aufweisen, so verhalten sie sich (auch in bezug auf die anderen Algenreihen) — ich möchte sagen — förmlich individuell in bezug auf die Mannigfaltigkeit, die sie in den einzelnen Organisationen ausgebildet haben.

Einige weitgehend konvergente Gattungen der Heterokonten und Chlorophyceen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt (S. 179).

Die grüne Färbung (die aber meistens mit der der Chlorophyceen nicht völlig übereinstimmt) hat es mit sich gebracht, daß heterokonte Algen infolge der gleichen räumlichen Ausbildung ihrer Zellen oder Zellverbände zu den Chlorophyceen gestellt wurden. Es wird daher notwendig sein, eine Reihe von Chlorophyceengattungen nach und nach daraufhin zu überprüfen, ob nicht in diesen Gattungen in bezug auf die Zellform weitgehend konvergente Heterokonten verborgen sind. So hat ja bereits Borzi aus der Chlorophyceengattung *Characium* einige Heterokonten, die wegen ihrer Form bei *Characium* eingestellt waren, herausgehoben und als *Characiopsis* vereinigt. Ebenso wurde *Conferva* bzw. *Tribonema*, die heterokonte Fadenalge, aus den Ulotrichalen entfernt und das gleiche traf für sehr viele Heterokonten zu. In vielen Fällen genügt in keiner Weise die oberflächliche Untersuchung einer grünen Alge, um zu entscheiden, ob sie zu den Heterokonten oder den Chlorophyceen gehört, besonders dann, wenn es sich um Chlorophyceen ohne Pyrenoid handelt und bei solchen Chlorophyceen, bei denen nur wenig oder gar keine Stärke gespeichert wird und die zudem noch infolge ihrer Lebensweise mehr Karotene haben als andere Chlorophyceen.

So konnte Petrová nachweisen, daß *Botrydiopsis minor* der Chodatschen Reinkulturen, zumindest in der eingesandten Reinkultur, eine protococcale Chlorophycee ist und ebenso wurden in der letzten Zeit einige Chlorophyceen als Heterokonten beschrieben nur deshalb, weil sie als Erdalgen einen höheren Karotengehalt haben und nur wenig oder keine Stärke speichern. Die Konvergenzen werden größtenteils dadurch herbeigeführt, daß die Mannigfaltigkeit in der allgemeinen Formgestaltung der Algenzelle relativ gering ist und es sich immer

	Heterokontae	Chlorophyceae
Flagellatenorganisation:	*Ankylonoton*	*Dangeardinella*
Capsalenorganisation:	*Chlorosaccus*	
	Helminthogloea	*Palmodactylon* *Gloeodendron*
	Malleodendron	*Chlorodendron*
Coccalenorganisation:	*Pleurochloris*	*Dictyococcus*
	Chloridella	*Chlorella, Muriella*
	Botrydiopsis	*Eremosphaera*
	Acanthochloris	*Acanthococcus*
	Meringosphaera	*Golenkinia*
	Skiadosphaera	*Chodatella* z. T.
	Excentrochloris	*Kentrosphaera* *Excentrosphaera*
	Tetraëdriella *Tetragoniella* *Tetrakentron*	*Tetraëdron*
	Monodus *Nephrodiella* *Pleurogaster*	*Myrmecia* ?
	Chlorallanthus *Monallanthus* *Bumilleriopsis* z. T.	*Phaseolaria* ?
	Raphidiella	*Raphidium*
	Chlorocloster	*Keratococcus*
	Lutherella	*Sykidion, Tetraciella*
	Characiopsis	*Characium*
	Chlorothecium	*Micracium*
	Chloropedia	*Chlorosarcina*
	Ilsteria	*Tetracoccus* (*Westella*)
	Tetraktis	*Aktinastrum*
	Gloeobotrys	*Pseudotetraspora*
	Botryochloris	*Botryosphaera*
	Ophiocytium	*Aktidesmium, Raphidium* z. T.
Trichalenorganisation:	*Heterothrix*	*Ulothrix* *Hormidium*
	Tribonema	*Microspora*
	Bumilleria	*Binuclearia*
	Heterodendron	*Microthamnion* *Stigeoclonium*
	Heterococcus	*Pleurococcus-Stigeoclonium*
Siphonale Organisation:	*Botrydium*	*Protosiphon, Valonia* *Halicystis*

und immer wieder um die Wiederholung der gleichen, einfachen geometrischen Raumgebilde handelt. Da auch in bezug auf die Membranskulptur, in bezug auf die Koloniebildung sich im Prinzip immer die gleichen Grundsätze wiederholen, so sind weitgehende Parallelen bei den Algen, welche mit den Flagellaten in direktem Zusammenhang stehen, ungemein häufig. Diese Parallelen verschleiern die verwandtschaftlichen Zusammenhänge bei den Heterokonten und Chlorophyceen um so mehr, als die Parallelen noch dadurch gesteigert erscheinen, daß Heterokonten und Chlorophyceen grüngefärbte Algen sind. In der vorstehenden Tabelle wurden eine Reihe von konvergenten Gattungen zwischen Heterokonten und Chlorophyceen zusammengestellt.

Die Zahl der weitgehenden Konvergenzen ist hier sehr groß und bezieht sich vor allem auf die Coccalenorganisation, die ja sowohl bei den Heterokonten wie bei den Chlorophyceen in bezug auf Gattungs- und Artenreichtum reich entwickelt ist.

Für den speziellen Erforscher der Heterokonten und Chlorophyceen ergibt sich aber aus allem eine wichtige Notwendigkeit: Grünalgen können nur dann mit Sicherheit als Chlorophyceen angesprochen werden, wenn sie Stärke speichern, keine endoplasmatisch angelegten Sporen bilden und wenn ihre Geißeln, ob gleich- oder ungleich lang, Peitschengeißeln sind. Nun bilden einzelne Chlorophyceen unter Umständen keine Stärke. Gehören sie nun zu einer Gruppe, bei denen keine Schwärmer mehr gebildet werden, z. B. zu autosporinen Protococcalen, so ist es nicht leicht, sie in dem betreffenden Zustand als Chlorophyceen zu erkennen. Man ist geneigt, sie als Heterokonten zu erklären. In all diesen Fällen kann nur die längere Beobachtung, die längere Kultur die Entscheidung bringen, vorausgesetzt, daß nicht bestimmtes morphologisches Verhalten einen Hinweis gibt.

V. Verbreitung und Biologie.

Sowohl über die Verbreitung wie auch über die Biologie der Heterokonten sind wir außerordentlich wenig unterrichtet. Das hängt mit der geringen Kenntnis der Heterokonten überhaupt zusammen. Die Heterokonten leben sowohl im Süßwasser wie im Meere. Derzeit sind allerdings unvergleichlich mehr Süßwasserformen unter ihnen bekannt als Meeresformen. In einzelnen Gruppen dürfte sich das Verhältnis verschieben,

vor allem dürften im Meere mehr *Heterochloridales* und *Heterococcales* vorkommen als wir derzeit wissen. Ähnliches trifft auch zu für die rhizopodiale Ausbildung, die Rhizochloridinen, bei denen ja auch nach unserer heutigen Kenntnis mehr Meeresformen existieren als Süßwasserformen.

Eine große Reihe von Heterokontengattungen ist derzeit nur aus dem Süßwasser bekannt und kommt vielleicht überhaupt nur im Süßwasser vor. Einige Formen sind nach unserer derzeitigen Kenntnis auf das Meer beschränkt, dazu gehören von Heterochloridalen *Heterochloris mutabilis*, *Chloromeson agile*, *Bothrochloris longeciliata* (die beiden letzteren Brackwasserbewohner), von Rhizochloridinen *Rhizochloris mirabilis*, *Chlorarachnion*, von Heterocapsalen vor allem *Helminthogloea*, die unsichere *Pelagocystis* und das bäumchenförmige *Malleodendron* (Brackwasser), von Heterococcalen aber *Schilleriella*, *Meringosphaera*, *Skiadosphaera*, *Radiosphaera* und *Halosphaera*.

Einige Gattungen haben sowohl marine wie Süßwasserarten ausgebildet. Dazu gehören *Monodus*, *Tetraedriella*, von deren bis jetzt bekannten vier Arten zwei im Süßwasser vorkommen (*T. subglobosa* und *T. acuta*), zwei typische Planktonten des Meeres sind und außerordentlich entwickelte Schwebeborsten besitzen (*T. quadriseta* und *T. horrida*).

Merkwürdigerweise kennen wir auch eine Heterokontenart, die sowohl im Meere wie auch im Süßwasser gefunden wurde. Es ist dies die planktontische Heterochloridale *Phacomonas pelagica*, die LOHMANN aus dem Meeresplankton beschrieb, während ich sie in einer nicht völlig identischen Form im böhmischen Plankton feststellen konnte.

Über die Verbreitung der Süßwasserformen wissen wir nichts. Eine geographische Gliederung ist derzeit völlig unmöglich, obwohl es mir den Eindruck macht, als ob in südlicheren Gegenden einige Formen häufiger vorkommen als im Norden.

Innerhalb der Süßwasserformen sind bei gewissen Arten Beziehungen zum Standort unverkennbar. Kalkhold ist *Mischococcus*, bei dem schon SCHMIDLE angibt, daß er im eigentlichen Schwarzwald fehlt und erst in der Rheinebene gefunden wird. Ebenso fand ich ihn wiederholt in den Kalkalpen, niemals aber in den Uralpen. Er findet sich auch niemals in Wässern mit niederen p_H-Werten. Bei *Tribonema* wird eine bessere Abgrenzung der Arten ebenfalls kalkholde und kalkfeindliche wie eisentolerante Arten unterscheiden lehren. Es gibt auch

einige planktontische kalkholde Heterokonten, die viel zu wenig bekannt sind und die ich ebenfalls nur in unzureichender Menge sah.

Einige Heterokonten kommen nur in Gewässern mit geringerem, ja sogar niedrigem p_H-Wert vor. Ich erwähne vor allem *Chlorobotrys* z. T., *Arachnochloris*, *Botrydiopsis*, *Acanthochloris*, *Asterogloea*, *Aulakochloris*, *Tetragoniella*, *Polyedriella*, *Tetraëdriella* (soweit es sich um Süßwasserformen handelt), einige Heterocapsalen, *Gloeobotrys*. Einige Arten (leider nicht näher studiert), von *Botryococcus*, die nicht planktontisch leben, sind ganz charakteristische Glieder bestimmter Algengesellschaften niederer p_H-Wässer (bis 3,5). Da viele von diesen Arten in den schleimigen, meist von Blaualgen gebildeten Überzügen leben, die von den verschiedensten Algen am Grunde der stehenden Gewässer sowie an verschiedenen Wasserpflanzen und Pflanzenresten gebildet werden oder selber in Gallertkolonien leben, scheint es ganz sicher zu sein, daß in diesen Gallerten die p_H-Werte des Standortwassers nicht vorhanden sind.

Über die Beziehungen der Heterokonten zur Temperatur wissen wir nichts. Tatsache ist, daß einige Heterokonten weitgehende (für unsere Breiten) Erwärmungen des Standortes, speziell mooriger Orte, vertragen können. Oligotherm scheinen mir einzelne *Tribonema*-Arten zu sein; ich erwähne hier *Tribonema quadratum*. Ausgesprochen stenotherm und kathàrob ist z. B. *Tribonema viride*, das direkt unter dem Eise üppige Vegetationen bilden kann; ferner einige winzige *Characiopsis*-Arten (*Ch. malleolus*, *Ch. varians*). (Dazu einige derzeit noch unbeschriebene Planktonten hochgelegener Bergseen[1].)

Inwieweit ausgesprochen katharobe Typen und Formen in allen Abstufungen bis zur saproben Lebensweise bei den Heterokonten vorkommen, ist ebenfalls noch unbekannt. Es sei nur hier festgestellt (vergleiche auch LAUTERBORN), daß eine *Ophiocytium*-Art im stärksten Sapropel mit ausgesprochen saprophytischen Formen oft als einzige grüne Alge zusammenleben kann. Katharob scheinen mir zu sein gewisse Tribonemen und einige noch unvollständig bekannte und unbeschriebene planktontische Formen kalter Bergseen.

---

[1]) Eine winzige Heterochloridale mit nur einem Chromatophoren; kleine, meist 4–8zellige Kolonien, die dem *Gloeococcus* sehr ähnlich sehen; kleine kuglige Heterococcalen und eine in kleinen Gallertklümpchen lebende winzige kuglige Form mit oft vielzelligen Verbänden; eine kurze Ketten bildende ganz unsichere Form mit ellipsoidischen Zellen und ferner noch eine Alge mit kugeligen, zarte Häutchen bildenden Zellen.

Plankton.

Dem Plankton[1]) gehört eine Anzahl von Heterokonten-Gattungen an. Es muß aber bemerkt werden, daß der Formenreichtum der planktontischen Heterokonten in keiner Weise an den der Diatomeen, Dinoflagellaten oder Chlorophyceen heranreicht. Eine wichtige Tatsache sei hier wiedergegeben. Wie ich (im Jahre 1917b) zeigen konnte, besteht ein wichtiger Unterschied zwischen dem Plankton des Meeres und dem des Süßwassers darin, daß die im Plankton des Süßwassers so ungemein formenreichen einzelligen, behäuteten Protococcalen (Chlorophyceen) im Meere zu fehlen scheinen. Von den behäuteten einzelligen grünen Planktonten des Meeres wurde *Halosphaera* von Ostenfeld und Pascher (1915, 1925) als Heterokonte erwiesen, und auch *Meringosphaera* wurde (Pascher 1917a) als Heterokonte erkannt, wofür Wulff (1916–20) einen weiteren Beleg in der Feststellung der Tatsache erbrachte, daß die Membran von *Meringosphaera* aus zwei halbkugeligen Schalen besteht. Dem Plankton des Meeres gehören von Heterokonten nach unserem jetzigen Wissen an: die unsichere Heterocapsale *Pelagocystis*, ferner die Heterococcalen *Meringosphaera*, *Tetraëdriella*, *Schilleriella*, *Halosphaera* [deren systematische Stellung (im alten Umfang) neuerlich unsicher geworden ist] und (allerdings vielleicht sekundär eingetrieben) *Monodus* in der einen Art *M. amicimei*.

Da auch *Pelagocystis*, falls es sich nicht um eine Chrysophycee handelt, vielleicht eine Heterokonte ist, so hätten sich damit alle bis jetzt bekannten unbeweglichen grünen Planktonten des Meeres als Heterokonten erwiesen. Im Plankton des Meeres würden die Chlorophyceen, mit Ausnahme ihrer Flagellatenreihe, den Volvocalen, die aber auch fast nur in einzelligen und nicht in kolonialen Ausbildungen im Meere vertreten sind, völlig fehlen. Das Plankton des Meeres würde sich also einfacher zusammensetzen als das Plankton des Süßwassers; mit Ausnahme der Volvocalen und der Spaltalgen würden von Algen, die mit Flagellatenreihen in Zusammenhang stehen, im Meere nur vertreten sein *Chrysophyta* (*Chrysophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Heterokontae*) und *Pyrrhophyta* (*Cryptophyceae*, *Desmokontae*, *Dinophyceae*).

Am Plankton des Süßwassers beteiligen sich nach unserer Kenntnis vorherrschend Heterocapsalen und Heterococcalen.

[1]) Über die aus der Membran gebildeten „Schwebeeinrichtungen siehe das Kapitel Membran-Skulpturen S. 133.

Von Heterocapsalen ist zu nennen die winzige Gallertklümpchen bildende, bis jetzt immer mit anderen Algen verwechselte *Gloeochloris*. Abgesehen ist hier von Heterocapsalen, die ursprünglich festsitzen und später sekundär abgelöst werden, daher nicht dem eigentlichen Plankton angehören.

Reicher sind die Heterococcalen im Süßwasserplankton vertreten: *Gloeobotrys* stellt eine in ihrer systematischen Zugehörigkeit nicht ganz sichere Art, in der typischen Form allerdings erst in Amerika (Wiskonsin) gefunden, „*Chlorobotrys*" (?) *planctonica* Smith (siehe syst. Teil), die kleine Gallertklümpchen bildet. Mit Schwebeborsten ist im Süßwasser versehen das anscheinend oligotherme *Pseudotetraedron neglectum*, das bis jetzt aus Seen der Schweiz und im Frühjahrsplankton böhmischer Teiche gesehen wurde.

Der häufigste Planktont ist aber der in seiner Stellung sehr unsicher gewordene *Botryococcus*, dessen behäutete Zellen in Gallerttrichtern stecken, die bei der Zellteilung immer von neuem gebildet werden, so daß ganze Systeme ineinander geschachtelter Trichter und Gallertscheiben vorhanden sind, die alle durch eine schwankende, gemeinsame Hüllgallerte zusammengehalten werden. *Botryococcus* tritt in der Art *Braunii* (die sicher aufgelöst werden muß) oft in ungeheueren Massen auf und bewirkt dadurch, daß sich in der oft spärlichen Hüllgallerte der Kolonie auf eine noch unbekannte Weise durch Karoten meist rotbraun gefärbtes Öl in großen Mengen ansammelt, eine oft intensiv gefärbte rostrote bis goldbraune, mächtige Wasserblüte, die eine mehrere Zentimeter dicke oberflächliche Wasserschicht völlig besetzen kann. Die Mengen von Kolonien sind gelegentlich unbeschreiblich groß. Durch den Gehalt an Öl drängen die Kolonien an die Oberfläche, es kommt durch diese Massenansammlungen sehr frühzeitig zum Absterben der Kolonien. Die Gallerte wird sehr bald abgebaut, das Öl, das merkwürdigerweise in die Gallerte als Exkret abgeschieden wird, wird frei und überzieht mit einer deutlichen Schicht die Oberfläche des Wassers oft so sehr, daß die Sauerstoffzufuhr abgesperrt werden kann, was zu einem Massensterben der Fische führt. Manchmal ist die Ölansammlung mehr stellenweise. Die kleinen Tautröpfchen, die sich bei Morgennebeln an solchen Ölansammlungen bilden können, geben dann zu regenbogenartigen Erscheinungen Anlaß, die sich aber auf die Wasseroberfläche beschränken und als Iris des Wassers, die übrigens auch auf andere Weise entstehen kann, bekannt geworden sind.

Neuston.

An der Oberflächenhaut des Wassers hängen nach unten z. B. junge Zellen von *Botrydiopsis arhiza* als Neustonten. Sie besitzen eine zweiteilige Membran. Mit dem kleinen deckelartigen oberen Teile hängen sie an der Wasseroberfläche.

Aerophile und geophile Formen.

Einige Heterokonten sind ausgesprochene aerophile Erdbewohner geworden. Die bekannteste unter ihnen ist *Botrydium*, das oft Massenvegetationen sowohl an tonigen wie an lehmigen Ufern fließender und stehender Gewässer bilden kann, die allerdings sehr ephemer sind. Auf die Biologie von *Botrydium* kann hier nicht im besonderen eingegangen werden, vergleiche den speziellen Teil. Es sei nur erwähnt, daß *Botrydium* durch die Ausgliederung seines basalen Rhizoidensystems, durch die Fähigkeit, in diesem Rhizoiden-System, gewissermaßen unterirdisch, Sporen zu bilden, sehr weitgehend an die aerophile Lebensweise angepaßt ist. Seit längerem als aerophil bekannt sind (Borzi, Klebs) *Bumilleria*-Arten (fadenförmig) und außerdem die zuerst von Gerneck gefundenen Formen von *Heterococcus*, welche ähnlich wie *Bumilleria* auf feuchter Erde vorkommen können. Aerophil ist auch das verzweigt fadenförmige *Aeronemum*. Für Island und Dänemark gibt der ausgezeichnete Kenner der aerophilen und geophilen Algen Boye-Petersen (1915, 1928) Zusammenstellung der von ihm gefundenen aerophilen Heterokonten (*Botrydiopsis arhiza*, *Botrydium granulatum*, *Bumilleria exilis* = *Heterothrix exilis*, *Bumilleriopsis brevis*, *Tribonema bombycinum*, *Tribonema tenerrimum* u. a.).

Daß die Zahl der aerophilen spez. der terrestrischen Heterokonten aber sicher sehr viel größer ist, geht daraus hervor, daß trotz der noch immer geringen Kenntnis der Bodenflora in letzter Zeit einige weitere Arten bekannt geworden sind. Ich erwähne hier *Chlorocloster*, der am Grunde von Baumstämmen mit verschiedenen Chlorophyceen und Diatomeen zusammenlebt, *Pleurochloris commutata*, die einem *Pleurococcus* sehr ähnlich sieht und an gleichen Stellen vorkommt, während Boye-Petersen eine etwas größere Art sogar in größerer Tiefe im Erdboden feststellen konnte[1]). Auch an der Bildung grünen Schnees können sich Heterokonten beteiligen. De Wil-

[1]) Eine weitere Bereicherung der Kenntnis der Erdheterokonten bringen die kritischen und klaren Arbeiten W. Vischers.

DEMAN (1935, 22) bestimmte eine Fadenalge des grünen Schnees als *Tribonema bombycinum*. Am Grunde von Baumstämmen hat seinerzeit GERNECK bereits seine *Chlorella acuminata* = *Monodus acuminatus* gefunden. In letzter Zeit wurde auch eine *Heteropedia*-Art *H. simplex*, aerophil, und zwar auf Blumentöpfen, gefunden. Jedenfalls scheint es sehr viele aerophile und terrestrische Heterokonten zu geben, und die genaue morphologische und systematische Analyse der Bodenflora wird ihre Zahl noch bedeutend vermehren (siehe Syst. Teil).

Eine Zusammenstellung der im Erdboden lebenden Heterokonten gibt BOYE-PETERSEN (1935, 161–164). Er führt: *Characiopsis Heeringiana*, *Ch. minuta?*, *Bumilleriopsis „brevis"*; *Monodus acuminatus*, *M. subterraneus*, *Pleurochloris magna*, *Pl. commutata?*, *Bumilleria exilis* = *Heterothrix exilis*, *Bumilleria sicula*, *Tribonema bombycinum*, *Heterococcus viridis* und natürlich auch *Botrydium granulatum* an. Einige Algen dringen zum Teil bis 40 cm Tiefe in den Boden vor (vgl. auch GISTL 1933).

Lebensdauer der Dauerstadien.

Versuche liegen nicht vor. Eine 5 Jahre alte Erdprobe ergab *Pleurochloris*-, *Ellipsoidion*-, *Heterothrix*fädchen und ein dünnes *Tribonema*. Nordafrikanische Erdproben von Prof. HARDER ergaben nach 3 Jahren: *Pleurochloris*-artige Zellen, *Bumilleriopsis*, *Heterothrix* und einen *Heterococcus*. Südafrikanisches Erdmaterial aus zeitweiligen Wasserläufen (Prof. DUTHIE, Stellenbosch) nach 7 Jahren: *Monodus*, *Chlorocloster*, *Tribonema*, *Bumilleriopsis?*, *Heterothrix*, vielleicht *Nephrodiella*. — Das sind alles aerophile oder zur Aerophilie neigende Algen; über die Lebensdauer der Sporen der Wasserformen wissen wir nichts. Wahrscheinlich gibt es Heterokonten, die das direkte Eintrocknen vertragen können: *Monodus*, *Ellipsoidion*, *Pleurochloris*, *Chlorocloster*.

Symbiose.

Über symbiontisch lebende Heterokonten sind wir nicht unterrichtet. Die einzige Angabe über die Gattung *Polychloris*, die BORZI als endobiontisch in Amöben angibt, erscheint mir sehr unsicher. Ich halte es aber nicht für ausgeschlossen, daß Heterokonten als Zoochlorellen in anderen Organismen leben. Die morphologische und systematische Kenntnis der endosymbiontisch lebenden grünen Algen ist völlig unzureichend, und

es ist sehr gut möglich, daß sich unter den als „*Zoochlorella*" angeführten Formen Heterokonten verbergen.

Ich werde in dieser Ansicht durch folgende noch nicht veröffentlichte Beobachtung bestärkt (PETROVÁ und PASCHER). In einem Graben der Jordanwiese bei Hirschberg i. B., in dem *Botrydiopsis* in allen bis jetzt bekannten Entwicklungsstadien reichlich vorkommt, trat gelegentlich eine relativ große *Ochromonas*-art auf, die in großen Mengen kleine Zellen von *Botrydiopsis* (entweder Autosporen oder kleine aus Schwärmern hervorgegangene Zellen) in ihrem Protoplasten aufnahm. Die Verdauung dieser aufgenommenen *Botrydiopsis*-zellen ging außerordentlich langsam vor sich und es konnte sogar gesehen werden, daß solche im *Ochromonas*-Protoplasten befindliche kleine *Botrydiopsis*-zellen auch Autosporen bildeten. Von einer ausgesprochenen Endosymbiose der *Botrydiopsis*-zellen in *Ochromonas* kann natürlich nicht die Rede sein. Der Umstand aber, daß die *Botrydiopsis*-zellen dem Verdauungsprozesse lange Zeit Widerstand zu leisten imstande sind, ja sich innerhalb des *Ochromonas*-Protoplasten vermehren können, spricht für die Möglichkeit dauernder Endosymbiosen von Heterokonten in Protoplasten anderer Organismen. Es wäre schon darum notwendig, die grünen Formen, die als Zoochlorellen leben, genauer in ihrer Morphologie und systematischen Zugehörigkeit zu studieren, als es bis jetzt der Fall war. Ich denke da vor allem an marine Symbiosen.

Eine eigenartige Lebensweise, gewissermaßen epizoisch, führt die von GEITLER gefundene *Trypanochloris*, die unter dem Periostrakum und in den oberflächlichen Schichten des Ostrakums auf den Schalen von *Clausilia corynodes* lebt. Ihre eigenartige Morphologie siehe im speziellen Teil, ihre eigenartige Vermehrung wurde im allgemeinen Teil (S. 38) behandelt.

Besiedelung des Substrates.

Viele Heterokonten leben frei, viele aber sind zur festsitzenden Lebensweise übergegangen. Bei der geringen Kenntnis der Heterokonten überhaupt ist natürlich auch die Kenntnis der verschiedenen Weise, wie die Heterokonten zur Besiedlung des Substrates gekommen sind, sehr gering. Wir kennen z. B. im Gegensatz zur Flagellatenreihe der Chrysophyceen, den Chrysomonaden oder auch zu den Volvocalen keine vorherrschend monadoide Heterokonten, die zur festsitzenden Lebensweise übergegangen wären. Typen wie *Epipyxis*, *Dinobryon*, *Lepochromulina*, *Chrysopyxis* u. a., unter den Chrysomonaden so formenreich ausgebildet, sind derzeit unter den Heterochloridalen noch unbekannt.

Dagegen treten festsitzende rhizopodiale Organisationen bei den Heterokonten auf, die allerdings mittels ihres Gehäuses entweder ungestielt, *Rhizolekane* (siehe Fig. 15 *h*, S. 21), oder gestielt, *Stipitococcus* (siehe Fig. 15 *g*, S. 21) den Schalen aufsitzen.

Unter den Heterokonten, die in der palmelloiden Ausbildung ihr vegetatives Leben verbringen, unter den Heterocapsalen, gibt es zwei festsitzende Formen, *Chlorosaccus*, die mit breiter Fläche das entweder unregelmäßig und oft gelappte oder klümpchenförmige Lager auf verschiedenem Substrat festsitzen haben. Mit einseitigen, derben (auch oft verzweigten) Gallertstielen sitzen *Malleodendron* (Fig. 20, S. 28) und *Gloeopodium* fest (Fig. 35 *h*, S. 42). Dagegen kennen wir unter den Heterococcalen der protococcoiden Organisationsstufe der Heterokonten verschiedene Typen festsitzender Form. Die häufigste festsitzende Heterococcale, *Characiopsis* (Fig. 35 *k*, *l*, S. 42), hat ihre kugeligen bis walzlich eiförmigen Zellen mit einem kürzeren oder längeren Membranstielchen, das nichts anderes ist als eine polare, basale Verdickung der Membran, die sich zu einem Haftscheibchen verbreitert, verschiedenem Substrat aufsitzen. Sehr lang und fein sind diese Membranstiele bei zwei Formen, die derzeit noch mit der unklaren *Peroniella* vereinigt werden (*Peroniella hyalothecae* und *P. curvipes*). In gleicher Weise mit Stielchen sitzen die festsitzenden Arten der Gattung *Ophiocytium* bzw. *Sciadium* auf. Eigenartige Stiele, oft knopfartig verkürzt, oft verlängert, hat der koloniale, festsitzende *Mischococcus*. Ohne Stielchen, direkt mit der Basalfläche der Zelle bzw. mit einem Gallertkissen aufsitzend sind die Zellen von *Lutherella* und von *Chloropedia* (Fig. 36 *g*, S. 44), welch letztere mehrzellige, einschichtige Zellflächen liefert. Eigenartig sind jene festsitzenden Formen, in denen die Längsachse der Zelle quer zum Stielchen orientiert ist (*Dioxys*, Fig. 35 *m*, S. 42).

Bemerkt sei, daß auch die Fäden von *Tribonema* in ihrer Jugend durchgehends festsitzend sind. Die Schwärmer dieser Fadenalge legen sich etwas schief an das Substrat an, behäuten sich und bilden sehr bald ein Stielchen, das sich am Substrat scheibchenartig verbreitert. In diesem Stadium gleicht ein solcher einzelliger Keimling völlig der Gattung einer Zelle von *Characiopsis* und ist ihr auch homolog (Fig. 45, S. 57). Die *Tribonema*-Fäden brechen aber oft bald ab und flottieren dann.

Die Stielbildung der festsitzenden Formen erfolgt nicht immer in der gleichen Weise. Bei einigen tritt durch eigene

Porensysteme polar aus den Zellen stark quellende Substanz in der Form von Stiften aus, die dann sehr stark verquillt und zusammenbäckt (*Malleodendron*, *Gloeopodium*, Fig. 96, S. 118). Durch wiederholte quantenhafte Ausscheidung verlängert sich der Stiel. Eine andere Gattung *Hemisphaerella* sitzt halbkugelig mit breiter Basis auf (Fig. 35*g*, S. 42). Bei anderen Formen aber wird zunächst ein Pseudopodium gebildet, mittels welchem der Protoplast anhaftet. Unter gleichzeitiger Verkürzung dieses Pseudopodiums kommt es zur Ausscheidung der Stielsubstanz. Im Prinzip sind wohl beide Fälle gleich. Bei *Mischococcus* sitzt die unterste Zelle mit einem kleinen Kissen fest, das wahrscheinlich auf die gleiche Weise durch Ausscheidung von Gallertsubstanzen aus der Zelle gebildet wird. Die Stielbildung erfolgt aber erst beim Ausstoßen der Autosporen durch die polar einseitige Verquellung der Innenschichten der Zellhaut der Mutterzelle.

Leider sind wir über die ersten Stadien der Anheftung von Schwärmern an das Substrat noch wenig unterrichtet. Nach Klebs (1896, 349) legt sich bei *Tribonema minus* der Schwärmer unter starker Formveränderung an. Plötzlich streckt er sich, sendet am Hinterende einen Plasmafaden aus, der zum Haftapparat wird, während das Vorderende des Schwärmers oben bleibt. Es wird also hier das Vorderende des Schwärmers zum oberen Ende des Keimlings. Nach Lagerheim wird aber das Vorderende des Schwärmers zur Basis, die Stielbildung erfolgt von hier aus. Bei *Characiopsis* sah ich beide Fälle verwirklicht. Bei *Tribonema minus* kann ich Klebs' Beobachtungen bestätigen. Dagegen verhielt sich ein *Heterodendron* mehr so, wie es Lagerheim angibt.

Die unterste Zelle eines Fadens ist meist deutlich als Haftzelle ausgebildet. Sie teilt sich nach einer Zeit nicht weiter und stirbt auch völlig ab. Das kann sowohl bei den Formen mit Stielchen wie auch bei jenen geschehen, bei denen die Haftzelle mit breiter Basis aufsitzt. Nicht selten ist bereits die erste Teilung des einzelligen Keimlings ungleich, indem die obere Zelle mehr Chromatophoren zugeteilt bekommt als die untere (Fig. 45, S. 57).

Unter den Heterotrichalen leben ferner räumlich fixiert *Heterococcus* (Fig. 51, S. 63) und vor allem *Heteropedia* (Fig. 53, S. 66), deren kriechende Fäden dem Substrate teilweise oder ganz anliegen und förmlich Parenchyme bilden.

VI. Die Kultur der Heterokonten.

Verfaßt von WILHELM VISCHER, Basel.

Manche Autoren haben Heterokonten während kürzerer oder längerer Zeit im Laboratorium in Beobachtung gehalten, sei es auf natürlichem Substrat, sei es auf Nähragar, Filtrierpapier oder in Nährlösung. Solche Rohkulturen lassen oft Entwicklungsstadien, Zellteilungen, Zoosporenbildung usw. zur Beobachtung gelangen, welche in der Natur nicht aufgefunden werden. Auch können manche Arten, wie gewisse Bodenalgen, z. B. *Heterococcus*, an natürlichen Fundorten in so geringer Individuenzahl oder in rudimentärer Form vorhanden sein, daß sie überhaupt erst in Kultur in Erscheinung treten. Rohkulturen sind daher für den Systematiker unentbehrlich. Aber auch physiologische Untersuchungen sind mit ihrer Hilfe ausgeführt worden. Es sei speziell auf die klassischen Arbeiten von KLEBS (1896, p. 346–391) über die Bedingungen für die Schwärmerbildung bei *Tribonema* (*Conferva*) *minus*, *Bumilleria sicula* und *Heterothrix* (*Bumilleria*) *exilis* hingewiesen. Doch weisen Rohkulturen den großen Nachteil auf, daß sie meist nicht unbegrenzt haltbar sind, und daß daher die mit ihnen gewonnenen Resultate nicht beliebig nachgeprüft oder ergänzt werden können. Bei der steigenden Anzahl von kritischen Arten und Gattungen werden wir aber immer mehr genötigt sein, zur Klärung systematischer Fragen lebendes Originalmaterial zu benützen; hierzu sind Reinkulturen unentbehrlich. In ebenso hohem Grade gilt diese Anforderung für genaue entwicklungsgeschichtliche und für nährphysiologische Untersuchungen. Aus diesen Gründen beschränkt sich dieser Abschnitt über Kultur auf Methodik und Resultate der Reinkultur.

Die erste Reinkultur einer Heterokonte (*Heterococcus*) stammt von R. CHODAT (1908). Die Methodik ist genau dieselbe wie für Chlorophyceen (vgl. Literatur bei KUFFERATH, 1929). Hier seien nur einige Handgriffe, die speziell bei Heterokonten sich als nützlich erwiesen haben, erwähnt. Ist das Ausgangsmaterial ziemlich arm an organischen Substanzen und Pilzen, so kann es zur Trennung der gewünschten Arten von anderen sofort auf Agar ausgespritzt oder darin zerteilt werden; sind Heterokonten nur in geringer Menge vorhanden, so läßt man sie sich vorerst auf natürlicher Unterlage, auf Nähragar oder Filtrierpapier genügend vermehren. Enthält das Material viele organischen Substanzen und Pilzhyphen, so müssen die

Algen möglichst bald von ihnen befreit werden; einzelne Zellen, z. B. *Botrydium*sporen, können unter dem Präpariermikroskop mittels eines feinen Glasfadens so lange über die Agaroberfläche hin- und hergezogen werden, bis sie pilz-, bisweilen sogar bakterienfrei sind. Wer einen Mikromanipulator besitzt, wird sich seiner mit Vorteil bedienen. Auf der Agaroberfläche können sich hier und da Zoosporen so weit fortbewegen, daß sie zum Ursprung eines bakterienfreien Einzelpflänzchens werden.

Zur Herstellung bakterienfreier Kulturen empfiehlt es sich oft, das Kulturmaterial, in dem sich die gewünschten Arten genügend angereichert haben, mittelst eines Fixierröhrchens auf Agar auszuspritzen; die jungen Kolonien wachsen auf der Oberfläche oft besser als im Innern des Agars und können leichter abgeimpft werden. In anderen Fällen, bei Gegenwart von sehr beweglichen Bakterien, ist das klassische Ausgußverfahren, bei dem die Algenzellen ins Innere des Agars zu liegen kommen, vorzuziehen. Von größeren *Heterococcus*-Arten bohren sich die Fäden bakterienfrei in den Agar hinein, und ihre Spitzen können rein abgeimpft werden. Zum Verteilen auf oder in Agar warte man natürlich womöglich den Zeitpunkt der Zoo- oder Autosporenbildung ab, da solche Zellen meist bakterienfrei sind.

Eine ganz andere Methode hat HAWLITSCHKA für *Tribonema* angewendet: sie gewöhnte die Algen durch Zufügen von HCl an so saure Nährlösung ($p_H = 3{,}76$), daß die Bakterien ausgeschaltet wurden.

Glaubt man eine Reinkultur erhalten zu haben, so wiederholt man das Ausspritzverfahren, kontrolliert, ob tatsächlich eine einzige Zelle als Ausgangspunkt dient, und ob sich auch bei Zusatz von Zucker und Pepton keine Bakterien zeigen. In Reagenzröhrchen an einem Nordfenster halten sich Reinkulturen auf Nähragar 6 bis 12 Monate. Um die Weiterzüchtung zu garantieren, sollen Kulturen, welche den Gegenstand einer Publikation gebildet haben, einem der Algenkulturzentren (z. B. Genf, Prag) anvertraut werden, damit sie zu weiterer Untersuchung jederzeit zur Verfügung stehen. Autoren, die ihr Untersuchungsmaterial der Vernichtung preisgeben, verzichten darauf, daß ihre Publikation jemals nachgeprüft oder ergänzt werden kann und wissenschaftlich ernst genommen wird.

Den bisherigen Untersuchern diente hauptsächlich die KNOPSche Nährlösung, meist auf ein Drittel verdünnt (CHODAT, POULTON, VISCHER); sie kann durch Zufügen von KH_2PO_4 angesäuert werden. Für *Tribonema* wurden mit Erfolg die

KOLKWITZschen Nährsalztabletten, in Verbindung mit SCHREIBERscher Erdabkochung, verwendet (HAWLITSCHKA). Für weitere Arten, besonders aus kalkfreiem Wasser, werden andere Lösungen vorteilhafter sein.

Bisher erzielte Resultate.

Die bisher mit Reinkulturen von Heterokonten erzielten Resultate sind, entsprechend der geringen Anzahl von Arbeiten, noch recht dürftig.

Über die Bedeutung einzelner Nährsalze oder sonstiger anorganischer Stoffe liegen keine Angaben vor.

Dagegen ist der Einfluß von Zucker, Pepton, Torfextrakt usw. etwas untersucht worden. Geringe Peptonmengen (0,04%) können auf *Characiopsis* und *Tribonema* (POULTON, p. 73 u. 99) fördernd wirken. Glukose kann das Wachstum von 2% an hemmen bei *Characiopsis* (POULTON, p. 72) und bei *Heterococcus* (VISCHER, 1936, p. 389 u. 396). Bei gleichzeitiger Gegenwart von Pepton werden durch 2% Glukose *Vischeria* (*Chlorobotrys*) *stellata* und *Heterococcus* (POULTON, p. 41) nicht gehemmt. Glycerin wird von *Chlorellidium* bis zu 8% ziemlich gut ertragen, Glukose dagegen nur bis zu 1 bis 2% (VISCHER, 1937). Allgemeine Schlüsse lassen sich aus diesen wenigen Angaben nicht ziehen.

Heterococcus und *Tribonema* wurden während einiger Wochen unter vermindertem Luftdruck lebend erhalten (F. CHODAT und KOL, 1933, p. 231).

Für manche Heterokonten ist, wie im Allgemeinen Teil (S. 106) bemerkt, die gelbgrüne Farbe charakteristisch, weswegen ALLORGE (1931, p. 230) den Namen *Xanthophyceae* vorgeschlagen hat. Die bisher in Reinkultur in Masse vorliegenden Heterokonten lassen sich jedoch nicht nach der Farbe von Chlorophyceen unterscheiden; sie können ebenso grün wie diese sein. Es befindet sich keine Art unter ihnen, die infolge hoher Karotin- und Xanthophyllbildung jene schöne gelbe oder rote Farbe annähme, wie sie für viele Chlorophyceen, besonders bei Zuckerernährung, so charakteristisch ist; die bis jetzt untersuchten Heterokonten werden höchstens gelblich bis rötlichgelb. Man vergleiche die Farbentafeln von CHODAT (1909) für *Heterococcus*, *Tribonema* und *Bumilleria* mit solchen für Chlorophyceen. POULTON gibt an: *vert foncé* für *Characiopsis* (POULTON, p. 72), *vert foncé* für *Heterococcus* (p. 84), *belle couleur verte* für *Tribonema* (p. 100). Ich kann diese Angaben für

Heterococcus, *Chlorellidium*, *Botrydium* usw. bestätigen. Ältere Kulturen nehmen unter Zunahme des Fettgehaltes und Verblassen des Chlorophylls eine gelbliche Farbe an.

Die Reaktion mit HCl, wobei das Karotin blau wird, tritt bei den kultivierten Heterokonten nicht immer ein; umgekehrt erwiesen sich Algen, von denen diese Reaktion angegeben wird, als Chlorophyceen (Kol et F. Chodat, 1933, p. 251, 254, 256; Vischer, 1936, p. 400). Der Farbenumschlag kann also nicht als ausschlaggebend für die Zugehörigkeit zu den Heterokonten angesehen werden. Ob chemische Unterschiede zwischen den Karotinen und Xanthophyllen der Heterokonten einer- und denen der Chlorophyceen andererseits bestehen, bedarf der Untersuchung.

Daß Stärke den Heterokonten stets fehlt, wurde bereits betont. Verschiedene, äußerlich Heterkonten-ähnliche Chlorophyceen (*Dictyococcus*, *Muriella*) mit mehreren pyrenoidlosen Chromatophoren können oft stärkefrei sein und in diesem Zustande mit Heterokonten verwechselt werden (vgl. p. 178). In Reinkultur bilden sie aber auf Glukoseagar Stärke und können dadurch mit Sicherheit abgetrennt und als Chlorophyceen erkannt werden (Petrová 1931, Vischer, 1936). Über die Bedingungen, unter denen sich andere Assimilationsprodukte, wie Volutin, Leukosin usw. bilden, erscheinen Untersuchungen an Reinkulturen erwünscht.

Chodat (1908, p. 81) hat an der ersten in Reinkultur gezüchteten Heterokonte (*Heterococcus*) die zweite, kleine Geißel, die vorher an der gleichen oder einer verwandten Art übersehen worden war (Gerneck, 1907, p. 265), nachgewiesen. Dasselbe wiederholte sich später bei anderen Arten und Gattungen. Auch die Untersuchungen von Vlk (1931) über den feineren Geißelbau, welche die Übereinstimmung zwischen Heterokonten und Chrysophyceen (große Flimmer-, kleine Peitschengeißel) aufdeckten, stützen sich auf Reinkulturen (vgl. p. 12).

Ganz besonders ist das Studium der Entwicklungsgeschichte und der Variabilität, des Polymorphismus, auf Reinkulturen angewiesen. Nur mit ihrer Hilfe läßt sich feststellen, wie plastisch, polymorph, variabel, eine Art ist, welche Merkmale konstant und welche stark veränderlich sind, und welche Stadien zu ein und derselben bestimmten Art gehören.

Characiopsis ovalis (CHOD.) CHOD. vermehrt sich in Kultur stets durch Zoosporen; Gameten, wie sie BORZI zu sehen geglaubt hat (vgl. p. 151), wurden nicht beobachtet (POULTON, 1925, p. 61); Stadien, welche Kopulationen vortäuschen können, kommen bisweilen zustande, indem Zoosporen während einiger Zeit aneinander haften bleiben. Auch konnte POULTON zeigen, daß gerade diejenigen Eigenschaften, auf welche die Unterscheidung der einzelnen Arten sich hauptsächlich stützt, innerhalb einer reinen Linie sehr starken Schwankungen unterworfen sind. In einem Reagenzröhrchen mit Nährflüssigkeit können die in der Tiefe schwimmenden Individuen ohne Stiel und ohne Stachelspitze, und von ovaler Form sein, während die an den Glaswänden haftenden lanzettlich, mit Stiel und Stachelspitze versehen sind (Fig. 136). Länge und Breite der Zellen,

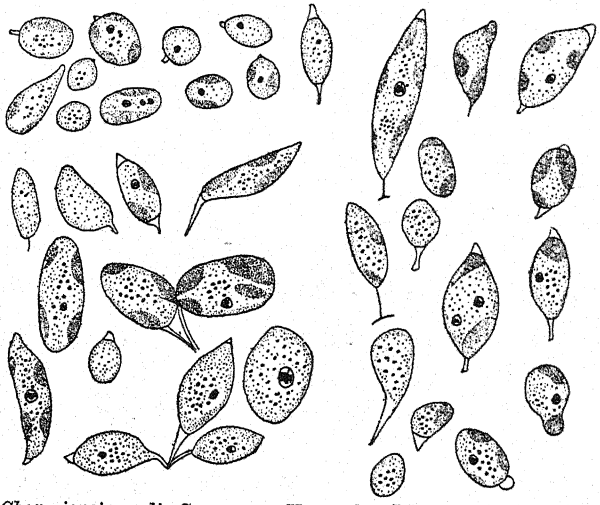


Fig. 136. *Characiopsis ovalis* CHOD., aus KNOPscher Lösung 1/3. Links oben: Zellen aus der Flüssigkeit nahe dem Grunde des Kulturgefäßes; meist oval, ohne Fuß, links unten: Zellen ganz vom Grunde, meist mit Fuß; rechts: von der Glaswand. Nach POULTON 1925.

Zahl und Sichtbarkeit der Chromatophoren usw. schwanken je nach Ernährungsbedingungen.

Dasselbe gilt für Länge der Zellen, Anzahl der Chromatophoren von *Tribonema*, wogegen bei dieser Gattung nach den Untersuchungen von HAWLITSCHKA (1932) die Anzahl der Zellkerne ein wichtiges Artunterscheidungsmerkmal abgeben soll. Da dieser Punkt besonderes Interesse bietet, ist zu bedauern, daß diese Angaben sich einer Nachprüfung vorläufig

entziehen (vgl. p. 69, 91). Infolge frühzeitigen Hinscheidens der Autorin sind die Kulturen nicht weitergeführt worden.

Auch das von BORZI (1895, p. 130) für *Mischococcus* aufgestellte Schema eines Generationswechsels zwischen gameten-

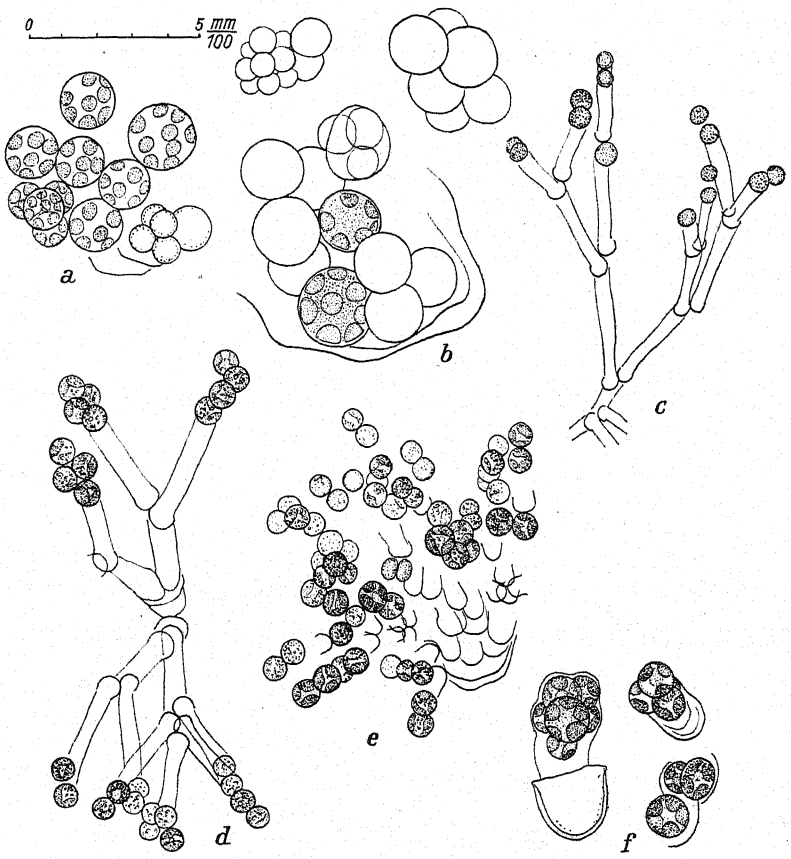


Fig. 137. *Mischococcus spaerocephalus* VISCHER. *a* aus KNOPscher Nährlösung 1/3 (gute Nährsalzversorgung); *b* KNOP 1/3 mit Agar; *c* aus KNOP 1/20 (sehr schwache Nährlösung); *d–f* aus KNOP 1/3 bei künstlicher Belichtung; *d* starke, *e* mittlere, *f* schwache Belichtung.

bildenden *Mischococcus*- und zoosporen *Chlorosaccus*-Pflänzchen beruht, wie schon OLTMANNS (1922, p. 26) hervorgehoben hat, offenbar auf Vermischung zweier verschiedener Organismen. In Kultur entstehen bisher nur *Mischococcus*-Pflänzchen mit Zoosporen. Bei *M. sphaerocephalus* konnten die Bedingungen für die Bildung mehr oder weniger langer Gallertstiele bis zu

einem gewissen Grade aufgedeckt werden (VISCHER, 1932): Bei reichlicher Nährsalzversorgung, in KNOPscher Lösung 1/3, bilden sich große, chlorelloide Zellen ohne Gallertstiele (Fig. 137*a–b*), bei spärlicher Nährsalzversorgung, in KNOPscher Lösung 1/20, kleine Zellen mit Gallertstielen (*c*).

Hierbei erweist sich Stickstoffzufuhr als besonders wirksam, weil sie rasches Wachstum und Vermehrung der Zellen fördert und damit Ansammlung von Assimilaten und Ausbildung von Gallerte verhindert. Zufuhr von 0,1% Glukose (*Mischococcus* erträgt keine stärkere Konzentration) oder starke Belichtung fördern dagegen die Bildung von Assimilaten und damit der Gallertstiele (Fig. 137*d–f*). *Mischococcus* verlangt demnach zu typischer Ausbildung schwache Nährsalzlösung, relativ starkes Licht und ist gegen Glukose empfindlich; damit erscheint verständlich, daß er auch in der Natur auf reine Gewässer angewiesen ist. Die Calciphilie dieser Gattung verdient nähere experimentelle Prüfung.

Bei *Heterococcus* (VISCHER, 1936, 1937) kann nur tägliche Beobachtung von Pflänzchen auf verschiedenen Nährböden den ganzen Reichtum von Gestaltungsmöglichkeiten aufdecken: zuerst kurze, später langzellige, verzweigte Fäden, teils positiv phototropische „Lichtsprosse", teils transversal phototropische „Ausläufer" (Fig. 138, *a* Habitus, *b* Detail); Fig. 51 gibt in *g* und *h* ebenfalls den Habitus von ausgewachsenen Pflänzchen auf KNOP-Agar wieder, in *a*, *c* und *e* Entwicklungsstadien im Alter von 3, 8 und 14 Tagen, alle mit langgestreckten Zellen. Fig. 139 *a* zeigt den weiteren Verlauf, die Zellen stellen ihr Längenwachstum ein, teilen sich nur noch quer und verwandeln sich, je nach Feuchtigkeitsverhältnissen, in Zoo- oder Autosporangien oder lösen sich einfach voneinander. Die Zoo- und Autosporen keimen wieder aus, doch tritt in alternden Kulturen kein üppiges Wachstum mehr auf; es finden sich darin meist nur Einzelzellen.

Zusatz von Torfextrakt hemmt bei *Heterococcus caespitosus* das Längenwachstum sehr stark: die Zellen bleiben von Anfang an kurz, von den Chromatophoren erfüllt, der Wuchs ist gedrungen. Fig. 51 *i* stellt den Habitus solcher Pflänzchen auf Nähragar mit Torfextrakt dar, Fig. 51 *b*, *d* und *f* Pflänzchen im Alter von 3, 8 und 14 Tagen, entsprechend *a*, *c* und *e*.

Ähnlich wie Torfextrakt wirkt Ansäuern des Nährbodens mit KH_2PO_4. Fig. 138 *c* stellt ein Pflänzchen im Alter von

etwa 14 Tagen bei p_H 7,1 dar, *d* bei p_H 6,3, *e* bei p_H 5,5. Glukosezusatz zu KNOP-Agar hemmt ebenfalls das Längen-

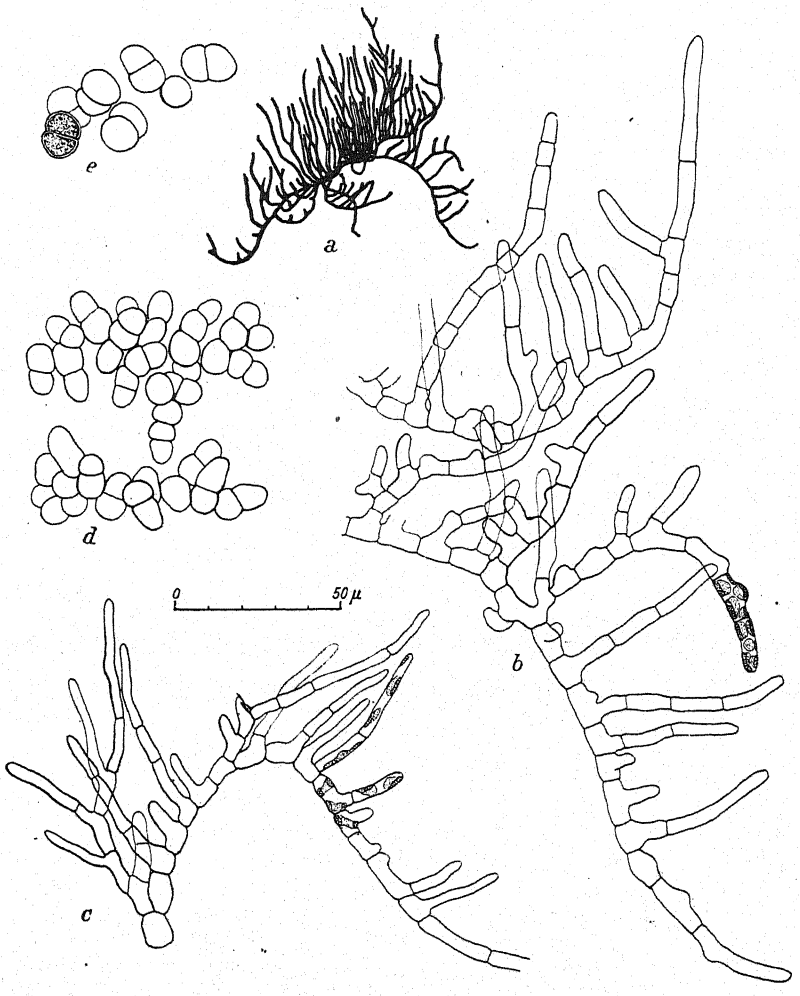


Fig. 138. *Heterococcus caespitosus* VISCHER. *a* Habitus; *b* Detail aus Agar KNOP 1/3; *c* bei p_H 7,1; *d* bei p_H 6,3; *e* bei p_H 5,5, alle 10–13 Tage alt.

wachstum, und zwar stärker bei schwacher (KNOP 1/10) als bei stärkerer (KNOP 1/3) Nährsalzlösung. Auffallend ist, daß bei Glukosezusatz die Fäden sich wenig oder gar nicht phototropisch einstellen. Bei Wechsel von Tag und Nacht zerfallen die Pflänzchen frühzeitig in Zoo- oder Autosporen.

Dauernde Belichtung schiebt die Zoosporenbildung hinaus, weswegen der Einfluß äußerer Bedingungen auf die Gestalt, sowie die Unterschiede zwischen verwandten Arten weit deutlicher bei Dauerbelichtung in Erscheinung treten. In flüssiger Nährlösung tritt ebenfalls sehr frühzeitig Zerfall in Einzel-

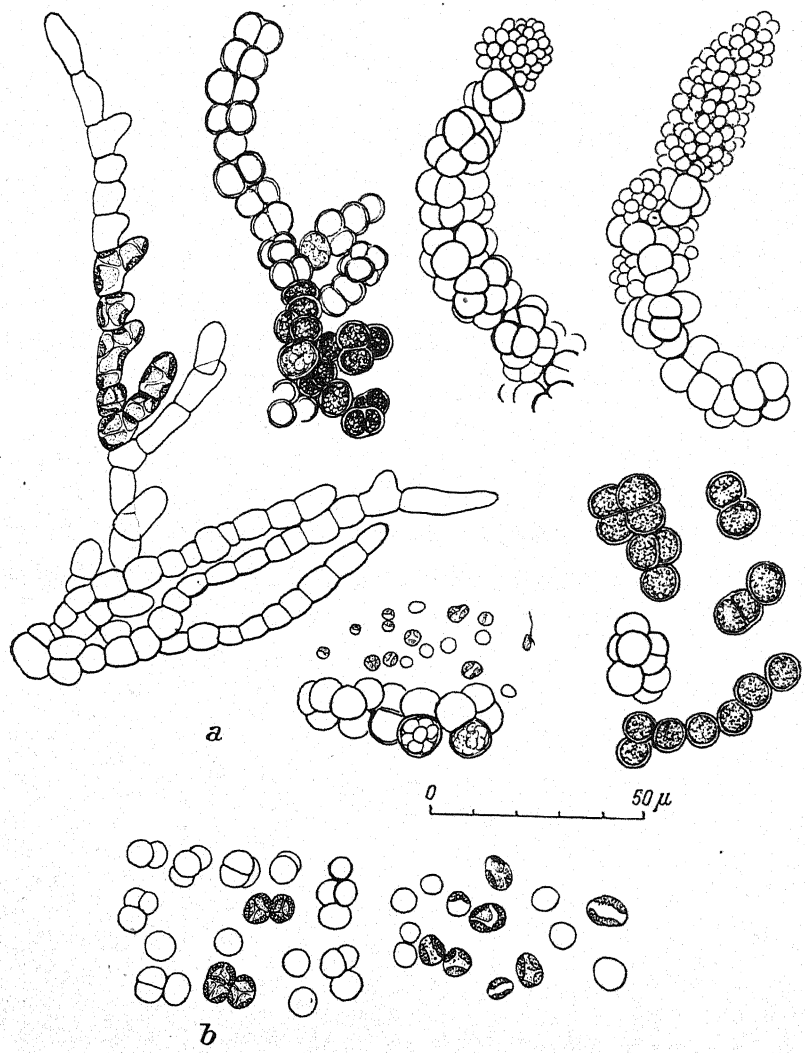


Fig. 139. *Heterococcus caespitosus* VISCHER. *a* alternde Kulturen auf Agar KNOP 1/3, Zerfall in Zoo- und Autosporen und Einzelzellen; *b* Kultur in flüssiger Nährlösung KNOP 1/3, Einzelzellen.

zellen ein (Fig. 138 *f*). Dieser Umstand mag im Freien die Verbreitung bei Regenfall begünstigen.

In der Natur wirken ähnliche Bedingungen wie in den angeführten Experimenten auf die Alge ein. Ein großer Formenreichtum ein und derselben Rasse wird die Folge der Reaktionsfähigkeit sein. Reinkultur und experimentelle Systematik bieten deshalb die einzigen Mittel, aufgefundene Stadien einer bestimmten Art zuzuweisen und die einzelnen Arten voneinander abzugrenzen. Dasselbe wiederholt sich bei *Bumilleriopsis*, *Heterothrix*, *Tribonema*.

Auch zur Lösung der Probleme, die ganz allgemein unsere Auffassung von der Stellung der Heterokonten im System und von ihrer Gliederung beeinflussen, und von denen im allgemeinen Teil mehrfach die Rede ist (Zellwandbau, Kernverhältnisse, eventuelle Sexualität, Zoosporen), werden Reinkulturen in vermehrtem Grade herangezogen werden müssen. Vom systematischen Standpunkt aus wäre zu begrüßen, wenn Angehörige der primitiven Familien genauer nachgeprüft werden könnten. Die bisher in Reinkultur gezüchteten Heterokonten, teils erdbewohnende, teils wasserbewohnende Arten, gehören offenbar weder einer systematischen noch einer biologischen Gruppe an, sondern sind einfach Arten, die zufällig in Kultur leicht gedeihen und auf keine besonderen Bedingungen Anspruch erheben. *Botrydium* kommt auf feinem Schlick, auf Schlamm und auf Rieselfeldern mit viel organischen Verunreinigungen vor; *Heterococcus caespitosus* stammt von Lehmboden, *H. Marietanii* aus einem Brunnen mit reinem Wasser aus 1800 m ü. M., *Mischococcus sphaerocephalus* aus einem Sumpf mit ziemlich reinem Wasser usw., Arten mit speziellen Standortsansprüchen sind bisher nicht in Kultur genommen worden; sie werden wohl, wie die Desmidiaceen usw., besondere Ansprüche an Azidität usw. stellen. Aus dieser kurzen Zusammenstellung erhellt zur Genüge, wie gering unsere Kenntnisse in physiologischer und experimentell-systematischer Richtung noch sind.

Voraussetzung für die Bedeutung der Reinkultur ist, daß die beschriebenen Arten weiter gezüchtet werden und jederzeit verfügbar sind. Nur, wenn systematische und physiologische Untersuchungen beliebig oft wiederholt und ergänzt werden können, erlangen ihre Resultate genügende Sicherheit, und nur dann können Reinkulturen als Typen- und Vergleichsmaterial dienen. Dank der Weiterzüchtung der CHODATschen Kulturen

während bald dreißig Jahren war es z. B. möglich, die ersten Beschreibungen von *Heterococcus*, „*Botrydiopsis*“ *minor*, *Coccobotrys* usw. teils zu bestätigen und zu ergänzen, teils zu berichtigen. Mit dem Verschwinden einer Kultur kann dagegen auch eine mühevolle Arbeit den Großteil ihres Wertes einbüßen.

Zum Schlusse seien die Reinkulturen von Heterokonten, soweit sie mir bekannt geworden sind, in Tabellenform zusammengestellt, unter Weglassung der seit ihrer Veröffentlichung zu den Grünalgen gestellten Arten (*Botrydiopsis minor*, *Györffyana*, *Chlorellopsis*, *Cryococcus* = *Dictyococcus*; *Coccobotrys* = *Pleurococcaceae*). Die erste Kolonne hinter dem Namen der Arten enthält die Namen der Autoren, welche sie isoliert haben, die zweite die Literaturangaben über Beschreibungen der Kulturstämme, und die dritte die Institute, wo die Kulturen weitergezüchtet, und von wo sie durch Kollegen bezogen werden können (vgl. Mainx, 1929; Pringsheim, 1929, 1937).

	Autor der Kultur	Beschreibung	Aufbewahrungsort und Kontrollnr.
Botrydiopsis ?	SCHRAMM	SCHRAMM, 1914	○
Bortrydiopsis intercedens VISCHER et PASCHER	PRINGSHEIM	PASCHER, 1937	Prag; Genf, Nr. 522.
Vischeria stellata (CHOD.) PASCHER (*Chlorobotrys stellata* CHOD.)	R. CHODAT	POULTON, 1925	Genf, Nr. 185; Prag.
Polyedriella Chodati PASCHER	R. CHODAT	PASCHER, 1937	Genf, Nr. 255; Prag.
Chlorellidium tetrabotrys VISCHER et PASCHER	VISCHER	VISCHER, 1937	Basel, Nr. 153; Genf, Nr. 487; Prag.
Chlorellidium tetrabotrys VISCHER et PASCHER	VISCHER	VISCHER 1937	Basel, Nr. 155; Genf, Nr. 482; Prag.
Mischococcus sphaerocephalus VISCHER	VISCHER	VISCHER, 1932	Basel, Nr. 61; Genf, Nr. 503; Prag.
Characiopsis ovalis (CHOD.) CHOD. (*Monodus ovalis* CHOD.)	R. CHODAT	CHODAT, 1913 POULTON, 1925	Genf, Nr. 107; Prag.
Bumilleriopsis Peterseniana VISCHER et PASCHER	VISCHER	VISCHER, 1936	Basel, Nr. 38; Genf, Nr. 477; Prag.
Bumilleria aff. sicula BORZI	R. CHODAT	CHODAT, 1913	○
Heterothrix aff. exilis (KLEBS) PASCHER (*Bumilleria exilis* KLEBS)	R. CHODAT	CHODAT, 1913	○
Heterothrix debilis VISCHER	VISCHER	VISCHER, 1936	Basel, Nr. 50; Genf, Nr. 478; Prag.
Tribonema aff. bombycinum (AG.) DERB. et SOL.	R. CHODAT	CHODAT, 1914	○
,, *bombycinum* (AG.) DERB. et SOL.	HAWLITSCHKA	HAWLITSCHKA, 1932	○
,, *minus* G. S. WEST	HAWLITSCHKA	HAWLITSCHKA, 1932	○
,, *binucleatum* HAWL.	HAWLITSCHKA	HAWLITSCHKA, 1932	○
,, *utriculosum* HAZEN	HAWLITSCHKA	HAWLITSCHKA, 1932	○
,, *aequale* PASCHER	PRINGSHEIM	PASCHER, 1925	Prag.
Heterococcus Chodati VISCHER (*Heterococcus viridis* CHOD.)	R. CHODAT	CHODAT, 1908, 1909 1913 POULTON, 1925 VLK, 1931 VISCHER, 1936	Genf, Nr. 38; Basel, Nr. 161; Prag.
Heterococcus caespitosus VISCHER	VISCHER	VISCHER, 1936, 1937	Basel, Nr. 116; Genf, Nr. 612; Prag. Basel, Nr. 131; Genf, Nr. 489; Prag.
,, *moniliformis* VISCHER	VISCHER	VISCHER, 1937	Basel, Nr. 175; Genf, Nr. 465; Prag.
,, *Marietanii* VISCHER	VISCHER	VISCHER, 1937	Basel, Nr. 167; Genf, Nr. 476; Prag.
,, *Mainxii* VISCHER	MAINX u. VISCHER	VISCHER, 1937	Basel, Nr. 160; Genf, Nr. 468; Prag.
Botrydium granulatum ROST. et WOR.	SCHRAMM	SCHRAMM, 1914	
Botrydium granulatum ROST. et WOR.	VISCHER*)		Basel, Nr. 31; Genf, Nr. 625; Prag.

*) Aus Material, das Herr Prof. KOLKWITZ in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt hat.

Nachtrag zum allgemeinen Teil.

Auf S. 153ff. werden die Angaben von M. ROSENBERG über die Kopulation von Schwärmern bei *Botrydium granulatum* angeführt. Beobachtungen, die im Winter 1936/37 an zwei Heterokonten möglich waren, lassen die Deutung der von ROSENBERG beobachteten Vorgänge als Geschlechtsvorgänge als recht unwahrscheinlich erscheinen. Es handelt sich wohl um Schwärmer, die, wie es auf S. 14 auseinandergesetzt wurde, in ihren Protoplasten nicht vollständig getrennt waren, und sekundär wieder zusammenflossen. Solche Vorgänge gibt schon BORZI (1895; Taf. 11, Fig. 9) bei einem *Chlorothecium* an. Ich konnte die gleichen Vorgänge wiederholt bei einer *Characiopsis* und ferner bei einem *Tribonema* beobachten. Die Vorgänge sahen tatsächlich in ihrem äußerlichen Aspekt Kopulationen etwas ähnlich. Der Umstand aber, daß diese Stadien neben isolierten Schwärmern in der Mutterzelle vorkamen, daß ihr Austreten und ihr Wiederzusammenschmelzen fortlaufend beobachtet werden konnte, ließen die richtige Deutung erkennen. Es ergaben sich Zellen, die sich behäuteten und nur langsam weiterwuchsen, die sich aber in ihrem Verhalten in keiner Weise von Zellen unterschieden, die aus isolierten Schwärmern hervorgegangen waren.

Auch MILLER, der beste Kenner der Gattung *Botrydium*, sah wiederholt die gleichen Stadien wie ROSENBERG, konnte aber ebenfalls niemals die Kopulation isolierter Schwärmer feststellen. In zwei Briefen an W. VISCHER in Basel und an mich, spricht sich MILLER neuerdings gegen die ROSENBERGsche Deutung aus.

Es liegen demnach bis auf die Angaben SCHERFFELS über die Geschlechtsvorgänge bei *Tribonema* keine neueren Belege für sexuelle Vorgänge bei Heterokonten vor und auch die Angaben SCHERFFELS bedürfen der Bestätigung.

SYSTEMATISCHER TEIL.

Heterokontae LUTHER 1899.

ἕτερος verschieden — ἡ κοντή das Ruderblatt.)

LUTHER, Bih. K. Svensk. Vet. Ak. Handl. **13** (1899) 19. — BLACKMAN et TANSLEY, New Phylologist I, (1902/3) 1–64, Sep. — WEST, G. S., Treat. Brit. Freshw. Alg. (1904) 248. — II. Aufl. (mit FRITSCH) (1927) 295. — OLTMANNS, Morph. Biol. Alg. I. Aufl. **1** (1904) 18: II. Aufl. **1** (1922) 23. — HEERING, Süßwasseralg. Schlesw. Holst. (1906) 90. — COLLINS, Greenalg. N. Am. (1909) 92. — PASCHER, Hedwigia **53** (1912) 6; Ber. D. Bot. Ges. **32** (1914) 143; S. W. Flora **11** (1925) 1, 193; Beih. Bot. Centralbl. **48** (1931) Abt. II, 324. — SMITH, Fresh Wat. Alg. U. S. A. (1933) 136. — ENGLER-DIELS, Syllabus 11. Aufl. (1936) 14. — WETTSTEIN, R. u. F., Handb. d. Syst. Bot. 4. Aufl., **1** (100).

Syn.: *Xanthophyceae* ALLORGE, Rev. Alg. **5** (1930) 230. — DANGEARD, P., Traité d'Algologie (1933) 111. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 470. — *Confervales* BORZI, Studi algol. **2** (1895) 199. — *Chrysophyceae* IV: *Tribonemeae* TILDEN The Algae and their Life Relations (1935) 337.

Charakteristik s. S. 1.

Ich kann mich nicht dazu entschließen, den von ALLORGE 1933 vorgeschlagenen Namen *Xanthophyceae* gegenüber dem alten 1899 von LUTHER gegebenen Namen *Heterokontae*, der allgemein gebräuchlich wurde, zu verwenden. Rein formale Gründe (gleiche Endung wie bei Namen der anderen Algenreihen, irrtümliche frühere Zuordnung zu den Chlorophyceen) erscheinen nicht so wichtig, um in dieser Weise gegen die Priorität zu verstoßen, um so weniger als LUTHER den Begriff *Heterokontae* sehr klar präzisiert hatte. Im übrigen ist ja bei keiner Algenreihe der Name völlig adäquat und gerade der Name *Xanthophyceae* ist besonders unpassend: ξανθός gelb bzw. blond, eine Färbung, die bei den Heterokonten nur unter besonderen und schlechten Lebensbedingungen stärker vortritt.

Übersicht über die Klassen der Heterokonten.

Im vegetativen Zustande beweglich
Vorherrschend geißelbeweglich . . . . . **Heterochloridineae.**

Vorherrschend amöboid bzw. rhizopodial beweglich **Rhizochloridineae.**

Im vegetativen Zustande unbeweglich. Bewegliche Stadien nur vorübergehend gebildet.

Die Zellen leben unter Beibehaltung monadoider Züge in gallertumhüllten Lagern oder Kolonien, die durch Gallerte zusammengehalten werden **Heterocapsineae.**

Die Zellen sind fest behäutet. Monadoide Züge völlig zurückgebildet. Zellen vorherrschend einkernig.
Zellen einzeln, oder in nicht fädigen Kolonien vereinigt **Heterococcineae.**

Zellen zu fädigen, verzweigten oder unverzweigten Verbänden vereinigt . . . . . **Heterotrichineae.**

Zellen im vegetativen Zustande immer sehr vielkernig **Heterosiphonineae.**

Diese Klassen der Heterokonten sind keine natürlichen Einheiten, sie bezeichnen nur bestimmte Organisationstypen in der Ausbildung der vegetativen Stadien, die sich unabhängig und wiederholt auseinander entwickelt haben. So sind die Heterocapsalen gewiß mehrmals und unabhängig voneinander aus verschiedenen heterochloridalen Vorgängern entstanden und das gleiche gilt für die Heterococcalen, die gewiß auf verschiedene Heterochloridalen zurückgehen. Die beiden Gruppen stellen also Konvergenzen in bezug auf capsale und coccale Ausbildung dar. Ebenso haben sich auch die Heterotrichalen wiederholt durch polare Übereinanderlagerung der Autosporen aus den Heterococcalen entwickelt. Sie sind gewiß, bezogen auf die Heterococcalen, polyphyletisch. Das geht zunächst aus der Tatsache hervor, daß wir jetzt noch verschiedene, untereinander nicht verwandte Heterococcalen im Ansatz zur Fadenbildung sehen: *Monallantus*, *Bumilleriopsis*, *Tetraktis*, *Chlorocloster dactylococcoides* u. a., und zwar in verschiedenen Ansätzen zur Fadenbildung, die auch verschieden weit gediehen sind. Andererseits kennen wir noch Heterotrichalen, bei denen die Tochterzellen, die aus einer Fadenzelle in der Form übereinander gelagerter Autosporen gebildet werden, in ihrer Zahl noch nicht bestimmt sind: bei *Tribonema* meistens zwei, seltener vier, bei

Bumilleriopsis häufig vier, doch auch zwei (und auch bei manchen Formen dabei nicht übereinander gelagert: *Heteropedia*). Wir kennen derzeit nur eine einzige vielkernige siphonale Heterokonte: *Botrydium*. Aber der Umstand, daß wir bei sehr vielen Heterococcalen die vegetativen Zellen schließlich vielkernig sehen, deutet darauf hin, daß auch die Siphonalen-Organisation sich wiederholt aus den Heterococcalen entwickeln kann. Dabei gehören die schließlich gelegentlich vielkernig werdenden Heterococcalen verwandtschaftlich gar nicht näher zusammen: *Botrydiopsis*, *Perone*, *Excentrochloris* auf der einen Seite, *Tetragoniella* auf einer anderen, *Ophiocytium* auf einer dritten Seite.

Diese Klassen bezeichnen daher nichts systematisch Einheitliches. Sie sind vielmehr Bezeichnungen für bestimmte Organisationstypen: sie bezeichnen gewissermaßen mehr äußerlich einheitlich gewordene Lebensformen, ohne auf die strukturellen Zusammenhänge einzugehen oder besser gesagt, ohne die spezielle Herkunft der einzelnen Formen zu berücksichtigen.

Heterochloridineae Pascher 1931.

(ἕτερος verschieden — χλωρής grünlichgelb, fem.)

Pascher, Beih. Bot. Centr. **48**, Abt. II (1931) 324.
Syn.: *Heterochloridales* Pascher, Hedwigia **53** (1911) 10.

Flagellatenreihe der Heterokonten, also jene Heterokonten umfassend, die ihr vegetatives Leben in der Flagellatenorganisation verbringen.

Protoplast niemals nach mehreren Richtungen hin symmetrisch, immer monosymmetrisch bis „asymmetrisch" und immer dorsiventral; mit deutlicher Bauch- und Rückenseite oder der Länge nach von der Seite her zusammengedrückt. Die derzeit bekannten Formen immer nackt; einige sehr formveränderlich und amöboid, gelegentlich unter Geißelverlust völlig rhizopodial werdend.

Chromatophoren einer bis mehrere, mulden- bis plättchenförmig, wand- oder binnenständig. Bei manchen Formen sehr blaß. Infolge Teilungshemmung können vereinzelte, völlig apoplastide Formen zustande kommen. Pyrenoid bis jetzt bei einer Form beobachtet (*Ankylonoton*), Stigma bei manchen

Formen fehlend (?). Kontraktile Vakuolen eine (?) oder zwei, bei den marinen fehlend. Die üblichen Reservestoffe der Heterokonten.

Geißeln in sehr verschiedenem Längenverhältnis, mehr oder weniger deutlich in der vorderen Ausrandung inserierend. Bei einer Form (*Nephrochloris*) die Nebengeißel völlig rückgebildet. Bei manchen Formen (speziell aber bei *Bothrochloris*) inserieren die Geißeln in einer Einsenkung, die sich bis zu einer eigenartig gestalteten Schlundgrube umgestalten kann, deren Ränder eine eigenartige Form haben. Damit ist für die Heterochloridalen in gleicher Weise wie für andere dorsiventral gebaute Flagellatenreihen die Schlundbildung nachgewiesen. Die Heterochloridalen zeigen auch darin die gleichen Entwicklungen wie die anderen Flagellatenreihen.

Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande oder auch unter Palmellenbildung im unbeweglichen Zustande. Palmellenbildung z. T. mit geschichteten Gallerten bei einigen Formen bekannt (*Gloeocystis*-stadien).

Sporen, soweit in der Entwicklung beobachtet, ausgesprochen endoplasmatisch gebildet, mit der üblichen Form: Membran aus zwei Teilen, gleich oder ungleich, zusammengesetzt.

Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

Bemerkt sei, daß wir derzeit nur nackte Formen kennen. Formen mit Gehäusen oder derben Schalen sind ebensowenig bis jetzt bekannt geworden wie Kolonien bildende Ausbildungen. Alle bis jetzt bekannten Heterochloridalen leben einzeln. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß noch koloniale Formen bekannt werden; es sei darauf hingewiesen, daß abnormerweise die zu viel gebildeten Schwärmer einzelner Heterococcalen oder Heterotrichalen (z. B. *Botrydiopsis* oder *Tribonema*) untereinander in Verbindung bleiben und als synzoosporenartige Gebilde austreten können.

Der Umstand, daß wir Rhizochloridalen, also rhizopodiale Ausbildungen der Heterokonten kennen, deren einkerniger Protoplast in Gehäusen lebt, läßt auch vermuten, daß später noch gehäusebewohnende Heterochloridalen bekannt werden dürften.

Wir kennen derzeit unter den Heterochloridalen keine hochdifferenzierten Ausbildungen (komplizierter Periplast, spezialisiertes Vakuolensystem usw.), und auch keine mit Steuergeißel und bauchständiger Schleppgeißel.

Der Umstand, daß einzelne Heterochloridalen völlig amöboid werden können oder kleine palmelloide Lager bilden, kann das Erkennen ihrer eigentlichen Flagellatennatur sehr erschweren.

Die bis jetzt bekannten Formen besitzen einen deutlichen Chromatophorenapparat. Nur von einer Form (*Chloramoeba*) ist angegeben, daß sie auch farblos auftreten kann. Es ist aber nicht festgestellt, ob es sich hier nur um Farbstoffverlust, also Apochromasie, oder um Chromatophorenverlust, Apoplastidie, handelt. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich durch Teilungshemmungen des Chromatophoren oder ungleiche Aufteilung mehrerer Chromatophoren auf die Tochterzellen vereinzelt farblose Individuen entstehen. Inwieweit sich unter den „farblosen Flagellaten" farblos gewordene Heterochloridalen finden, kann derzeit nicht gesagt werden, da die Entwicklungsgeschichte der farblosen Flagellaten größtenteils nur sehr wenig bekannt ist.

Derzeit von Heterochloridinen nur wenige, im ganzen acht Gattungen bekannt, von denen eine sehr unsicher ist und vielleicht nicht zu den Heterokonten gehört. Die gesicherten Heterokontengattungen weichen aber nach unserer derzeitigen Kenntnis z. T. recht voneinander ab und sind dazu meistens erst in einer einzigen Art bekannt geworden. Ob es sich hier um monotypische Gattungen handelt, ist ungewiß. Ich vermute aber, daß bei näherer Kenntnis und eingehendem Studium nicht nur neue Arten bereits bekannter Gattungen gefunden werden dürften, sondern auch neue Gattungen, die eine vermittelnde Stellung zwischen den jetzt bekannten einnehmen.

Die Heterochloridalen kommen nach unserer derzeitigen Kenntnis sowohl im süßen als auch im Meerwasser vor. Einzelne leben ausgesprochen brackisch (*Chloromeson*). Von einer Gattung ist festgestellt, daß sie im Süßwasser und auch im Meere vorkommt (*Phacomonas*). Es sind mir aber in der letzten Zeit Zweifel gekommen, ob bei dieser Gattung die Süßwasser- und Meerwasserformen spezifisch identisch sind.

Möglicherweise sind die Heterochloridalen im Meere reicher entwickelt als im Süßwasser. Zumindest konnte ich bei gelegentlichen Aufenthalten an der Meeresküste selber eine Reihe mariner Formen, leider aber zu wenig, sehen, um darüber berichten zu können.

Die Klasse der Heterochloridineen hat nur eine einzige Ordnung:

Heterochloridales PASCHER 1911 bzw. 1914[1])[2]).

Mit den Merkmalen der Klasse.

PASCHER, Hedwigia **53** (1911) 10; Ber. Deutsch. Bot. Ges. **32** (1914) 143; Süßwasserfl. **11** (1925) 21. — SMITH, G. M., Wisconsin Phytoplankton **1**, 79; Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 142. — FRITSCH, Struct. Repr. of Algae **1** (1935) 470 (z. T., ausschließlich der heterocapsalen Formen).

Syn.: *Heterochlorineae* FRITSCH, Strukt. Repr. of Algae **1** (1935) 470.

Eine einzige Familie:

Heterochloridaceae PASCHER 1926[3]).

PASCHER, Süßwasserflora **11** (1925) 22. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., Aufl. II, **3** (1927) 378. — PASCHER, Beih. Bot. Centralbl., Abt. II, **48** (1931) 324. — ENGLER-DIELS, Syllabus 11. Aufl. (1936) 14.

Syn.: *Chloramoebaceae* LUTHER[3]), Bihang till Svensk. Ved. Akad. Handl. **24**, Afd. 3, Nr. 13, S. 19 zum Teil. — SMITH, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 143.

---

[1]) Der von LUTHER (Bihang till Vedensk. Ak. Handl. **24**, Afd. 3, Nr. 13, S. 19) verwendete Name *Chloromonadales* kann hier nicht verwendet werden, da er von *Chloromonas* abgeleitet ist, die eine sehr fragliche und in ihrer Stellung nicht ganz sichere Monade (wohl zu den Chrysomonaden gehörig) darstellt, von der nur sicher ist, daß sie gewiß nicht zu den Heterochloridalen gehört. Die LUTHERsche Ordnung *Chloromonadales* umfaßte nicht nur die Flagellatenorganisationen der Heterokonten, von denen damals nur *Chloramoeba* bekannt war, sondern auch noch die Gattungen *Vacuolaria*, *Trentonia*, *Goniostomum*, *Thaumatomastix* und *Chlorosaccus*. *Chlorosaccus* ist zwar eine typische Heterokonte, gehört aber zu den Heterocapsinen, während *Vacuolaria*, *Goniostomum*, *Trentonia*, *Thaumatomastix* u. a. zu jener Gruppe von Flagellaten gehört, für die nun ausschließlich der Name *Chloromonadales* gebraucht werden soll und die nach unserer derzeitigen Kenntnis mit den Heterokonten nicht verwandt sind.

[2]) In anderem Sinne verwendet FRITSCH [Treatise, II. Aufl., S. 301 und Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 470] die Bezeichnung *Heterochloridales*. Er stellt dazu die *Heterochloridineae*, die *Heterocapsineae* und die heterococcalen *Mischococcaceae*, bzw. (1927) auch rhizopodiale Formen.

[3]) LUTHER verwendet hier für die im beweglichen Zustande sich teilenden Monaden der Heterokontenreihe den Namen *Chloramoebaceae*. Ich möchte, abgesehen von der anderen Umgrenzung, die die *Heterochloridaceae* bei mir haben, den Namen „*Chloramoebaceae*" vermeiden. Er erweckt die falsche Vorstellung, als handle es sich um ausgesprochen rhizopodiale Organisationen, während im Gegenteil gerade die monadoiden, geißeltragenden Ausbildungen gemeint sind. Tatsächlich hat FRITSCH in der 2. Auflage des Treatise (1927, 301) zu seinen *Chloramoebales* monadoide wie rhizopodiale Ausbildungen gestellt: er gebraucht *Chloramoebales* nicht im Sinne LUTHERS,

Bestimmungsschlüssel der Gattung der Heterochloridaceae.

I. Zellen deutlich formveränderlich, oft amöboid.
  1. Amöboidie sehr ausgesprochen, sei es, daß die Monade zeitweise völlig amöboid wird oder ständig plumpe Pseudopodien ausbildet.
    A. Chromatophor peripher.
      a. Chromatophoren meist zwei, Zelle vorn stark verschmälert, nur wenig ausgerandet, Übergang zu völliger Amöboidie häufig . . . . . **Heterochloris** *1*.
      b. Chromatophoren meist mehr als zwei bis sechs, Zellen meist mit breiten, plumpen Pseudopodien . . . . **Chloramoeba** *2*.
    B. Chromatophor binnenständig, einer.
      a. Zellen nicht plattgedrückt, eigenartig buckelig, ausgesprochen dorsiventral. Geißel ca. zweimal körperlang. Chromatophor bandförmig. . . . . **Polykyrtos** *3*.
      b. Hauptgeißel bis siebenmal körperlang. Zellen etwas plattgedrückt, vorn schmal. . . . . **Chloromeson** *4*.
  2. Zellen wenig formveränderlich, doch Pseudopodien bildend, ein großer Chromatophor.
    A. Chromatophor ohne Pyrenoid, Zelle vorn ausgerandet und bohnenförmig . . . . . **Nephrochloris** *5*.
    B. Chromatophor mit Pyrenoid, Ausrandung seicht, mehr seitlich **Ankylonoton** *6*.

II. Zellen kaum formveränderlich, fast starr.
  1. Zellen etwas plattgedrückt
    A. Zellen linsenförmig, an der Breitseite je ein großer Chromatophor **Phacomonas** *7*.
    B. Zellen schief herzförmig, mehrere Chromatophoren und diese anders verteilt . . . . . **Chlorokardion** *8*.
  2. Zellen mehr kugelig, vorn eingedrückt und mit einer eigenartigen Grube versehen. Hauptgeißel bis zehnmal körperlang **Bothrochloris** *9*.

Der Vergleich mit den Figuren ist notwendig, der Bestimmungsschlüssel reicht nicht aus. Eine neue Gattung siehe Nachtrag zum Syst. Teil.

1. Heterochloris Pascher 1914 (Fig. 140).

(Name von ἕτερος verschieden, χλωρηίς die Grüne).

Pascher, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **32** (1914) 159; Süßwasserflora **9** (1925) 23. — Printz, Nat. Pflanzenf., II. Aufl. **3** (1927) 350. — Fritsch, Struct. et Repr. of Algae **1** (1935) 471.

---

sondern eben unter Auswertung der irreführenden Endung amoebaceae für rhizopodiale Heterokontenorganisationen. Die gleiche Bezeichnung *Chloramoebaceae* wird also bereits für ganz Verschiedenes verwendet. Deshalb schaltete ich diesen Namen, der für ganz unscharf und ungleich begrenzte künstliche Einheiten gebraucht wurde, ganz aus und ersetzte ihn 1911 durch die Bezeichnungen *Heterochloridales* bzw. *Heterochloridaceae*.

Einzeln lebende Monade mit nacktem Protoplasten, der einen ganz zarten Periplasten besitzt und ungemein formveränderlich ist. Zelle deutlich dorsiventral und manchmal

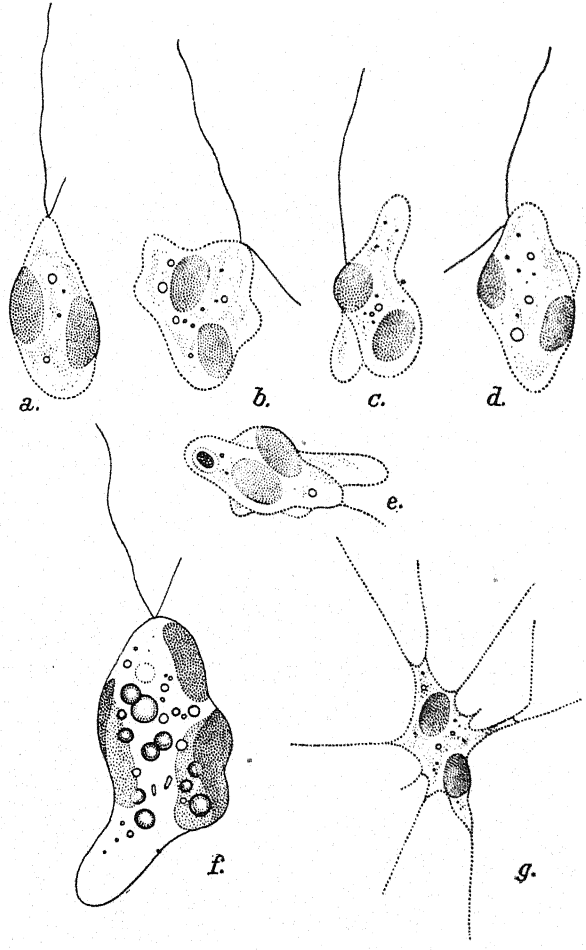


Fig. 140. *Heterochloris mutabilis: a* wenig veränderte Zelle; *b—d* verschiedene Übergänge zur Amöboidie; *e* völlig amöboide Zelle; *f* völlig amöboide Zelle mit Rhizopodien; *g* abnorm große Zelle. (Chromatophoren zu derb wiedergegeben.)

asymmetrisch, anscheinend dadurch, daß die vorn gelegene leichte Ausrandung durch die Formveränderlichkeit der Zelle verwischt wird. Chromatophor im nicht amöboid veränderten Zustande eibirnenförmig. Chromatophoren zwei, seltener drei, relativ

klein und meistens seitenständig, gelbgrün und scheibchenmuldenförmig, oft ungleich, dabei meist sehr zart[1]). Als Assimilate treten Fett, Öl, daneben auch glänzende Ballen Leukosin auf. Kontraktile Vakuolen, soweit gesehen, nicht vorhanden. Geißeln zwei, sehr ungleich, die längere $1^1/_2$mal körperlang, die kürzere höchstens $^1/_4$ der längeren.

Die Monade kann mit oder ohne Verlust der Geißeln völlig amöboid werden, wobei auch Formen entstehen können, die mit ihren ganz zarten, langen, verzweigten Rhizopodien den Eindruck eines kleinen chromatophorenführenden Rhizopoden machen.

Vermehrung durch Längsteilung. Gelegentlich formlose Palmellen, in denen die Zellen abgerundet liegen und sich reichlich teilen. Cysten mit verkieselter Membran, die glatt ist und aus zwei ungleichen Schalen besteht. Keimung der Cyste durch Aufklappen der beiden Schalen, wobei entweder nur eine Monade oder nach vorangegangener Teilung zwei Monaden austreten.

Die Gattung leitet durch ihren Wechsel zwischen monadoider und rhizopodialer Ausbildung zu den Rhizochloridinen über.

Bis jetzt nur eine einzige Art bekannt:

Heterochloris mutabilis Pascher 1925 (Fig. 140).

Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 23. — Printz a. a. O. 380.

Abb.: Pascher, Arch. Protistenk. **38**, S. 20 (Fig. 16). — Printz, Nat. Pflanzenf., 2. Aufl. **3**, S. 380 (Fig. 282g–i, Kopie). — Pascher, S. W. F. **11** (1925) 24, Fig. 11 (Kopie).

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 15–18 μ lang, 6–10 μ breit. Gelegentlich viel kleinere Zellen.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus einem Kulturglas mit Meeresalgen, die mit verdünntem Triestiner Meereswasser gehalten wurden. Ich vermute, daß diese Monade kaum ein ausgesprochener Meeresbewohner ist, sondern in Brackwassern, speziell in den wechsel-süß-salzigen Tümpeln der Meeresküste vorkommt. (1910.)

---

[1]) Die Chromatophoren sind in den Abbildungen S. W. Flora **9**, Fig. 24, S. 11 und Arch. Prot. **38**, Fig. 16, S. 20 viel zu derb wiedergegeben.

2. Chloramoeba Bohlin 1887 (Fig. 141).

(χλωρός grüngelb — ἄμοιβος wechselnd.)

Bohlin, K., Oefversigt af Kgl. Akad. Förhandlingar **54** (1897) Nr. 9, S. 513. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 22. — Printz, Nat. Pflanzenfam., II. Aufl. **3** (1927) 150. — Doflein-Reichenow, Lehrbuch Prot., V. Aufl. 1929, S. 468. — Fritsch, Struct. Rep. Algae **1** (1935) 471. — Nicht aber Doflein, Acta zool. **2** (1921) 431 und Schiller, Arch. Prot. **53** (1925) 76.

Einzeln lebende, nackte Monade, die vollkommen amöboid werden kann. Ohne differenzierte Hautschicht. Pseudopodien meist breitlappig und kurz. Soweit beobachtet keine Rhizopodien. Geißeln zwei; Hauptgeißel fast doppelt körperlang, Nebengeißel sehr kurz, kaum $^1/_7$ der Hauptgeißel messend.

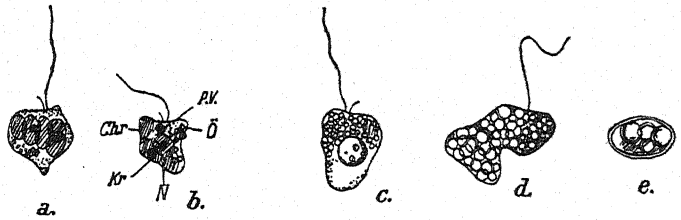


Fig. 141. *Chloramoeba heteromorpha: a, b* mit Chromatophoren; *c, d* ohne; *e* Sporenstadium (nach Bohlin).

Chromatophoren 2–6, relativ klein, scheibchenförmig. Augenfleck fehlend. Kontraktile Vakuole eine, unter der Einfügungsstelle der Geißeln. Im Protoplasten finden sich als Assimilat Fett- und Öltropfen, sowie Glykogene. Daneben Klumpen einer nicht näher bekannten Substanz. Ferner einzelne Kristalle und kristallinische Ansammlungen, die in Vakuolen eingeschlossen sind. Teilungsstadien nicht beobachtet. Dafür derbwandige, ellipsoidische Cysten bekannt, die schwach gelbgrün sind und große Öltropfen enthalten.

Eine einzige Art:

Chloramoeba heteromorpha Bohlin 1897 (Fig. 141).

Bohlin, 1897 a. a. O., S. 10. — Lemmermann, Kryptogfl. Mark Brandenburg, 1911, S. 480. — Pascher 1925, a. a. O. S. 22.

Abb.: Bohlin, 1897, a. a. O., Fig. 6*a–c*. — Kopien bei: Pascher, a. a. O. Fig. 10, S. 22. — Oltmanns, Morph. Biol. Alg. I, Fig. 16, 1–3. — Lemmer-

MANN, a. a. O. Fig. 13–17, S. 465. — DOFLEIN-REICHENOW, Lehrb. Prot., 1929, Fig. 428, 1–6, S. 468.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 7–13 μ lang.

Vorkommen: Von Prof. LAGERHEIM in einer alten Algenkultur, deren Ursprung nicht mehr festzustellen war, fast in Species-Reinkultur gefunden. Seitdem nicht wieder beobachtet.

Chloramoeba ist nach den Untersuchungen von BOHLIN in physiologischer Hinsicht von Interesse. BOHLIN kultivierte sie in organischer Nährlösung und fand vor allem, daß sie bei Zusatz verschiedener organischer Stoffe sich zwar kräftig fortpflanzt, jedoch ihre grüne Farbe vollständig verliert. Dabei verhalten sich die einzelnen organischen Stoffe in ihrer Wirkung nicht gleich. Monosaccharide bewirken eine äußerst lebhafte Fortpflanzung, wobei die einzelnen Zellen sehr stark Öl speichern, während gleichzeitig die grüne Farbe vollständig verlorengeht. Mit der Zeit kommt es aber zu Degenerationen in der Art, daß die Ölspeicherung das erträgliche Maß überschreitet, die Zellen bewegungslos werden und absterben. Disaccharide wirken in der gleichen Weise, aber viel langsamer. Von Polysacchariden fördert speziell das Inulin. Von Alkoholen wirkt Glyzerin in 1–5prozentiger Lösung fast so stark wie Dextrose und Saccharose. Erythrit bewirkt Farbloswerden und Ölspeicherung der Zellen, fördert aber die Fortpflanzung nur wenig. Mannit dagegen fördert die Vermehrung. In Salicinen und Asparaginen tritt sichtlich Degeneration auf; es wird Öl gespeichert, die Zellen blassen aber langsam aus und sterben verhältnismäßig rasch ab. In Harnstofflösungen gehen die Flagellaten nach kurzer Zeit zugrunde.

In Dunkelkultur farblos gewordene Individuen sollen nach BOHLIN, wenn sie in „normales Wasser" überführt werden, in vielen Fällen die grüne Farbe wieder gewinnen.

Die Versuche BOHLINS bedürfen einer eingehenden Nachprüfung speziell deshalb, weil in dieser Zeit in der Algologie sich das Prinzip der Reinkultur noch nicht durchgesetzt hatte und BOHLIN anscheinend nur mit Species-, aber nicht mit Klonkulturen arbeitete. An und für sich wäre die Tatsache, daß ein chlorophyllgrüner Organismus unter bestimmten Bedingungen völlig farblos werden kann, von großer Bedeutung. Hier spielt ja das ganze Problem des Überganges von der autotrophen zur heterotrophen Ernährung herein. Vor

allem wäre zu untersuchen, in welcher Form sich morphologisch das Farbloswerden von *Chloramoeba* abspielt: sei es durch bloße Rückbildung des Chlorophylls in den Chromatophoren, welche erhalten bleiben, oder aber durch Schwund des ganzen Chromatophorenapparates (sei es im Sinne einer allmählichen Rückbildung des Chromatophorenapparates oder sei es durch plötzlichen Verlust desselben infolge von Teilungshemmungen). Es ist dasselbe Problem, das ebenfalls bei einer Reihe von Volvocalen, speziell Chlamydomonadinen, eine Rolle spielt (Angaben über das Auftreten von farblosen und gefärbten Individuen der gleichen Art, z. B. bei *Chlorogonium* oder bei *Furcilla*). Leider ist *Chloramoeba* bis jetzt nicht wieder gefunden worden und ihr natürliches Vorkommen ist nicht bekannt.

Nicht mit *Chloramoeba* zusammen gehört jener Organismus, den Doflein (1921) in den Acta zoologica, Bd. II, S. 431–443, Abb.: Tafel 2, als *Chloramoeba* beschrieben hat (Fig. 142). Es handelt sich allerdings um einen ähnlichen Organismus: Ebenfalls eine nackte, amöboide, formveränderliche Monade mit zwei sehr ungleichen Geißeln, von denen die eine, meistens nach rückwärts geschlagene, fast 2–3mal so lang ist als die mehr nach vorn gerichtete, die nur ungefähr Körperlänge hat. An der Geißelinsertion finden sich zwei kontraktile Vakuolen. Im Protoplasma sind 2–8 scheibchenförmige, ellipsoidische, chromatophorenartige Gebilde von gelbgrüner Farbe. Der Kern der Zelle ist mehr vorn gelegen und steht durch einen Rhizoplasten mit dem Basalkörper der Geißeln in Verbindung. Die Ernährung erfolgt auch animalisch durch Aufnahme geformter Nahrung in die Pseudopodien. Auffallend ist der Umstand, daß die Chromatophoren der Dofleinschen Form sich innerhalb der Monade in merkwürdigen Vierergruppen teilten und daß ferner in diesen Chromatophoren ein kleines Gebilde von ungefähr 1 μ Größe färberisch nachweisbar auftritt. Leider waren diese „Chromatophoren" relativ klein, nur 3 μ lang und 2 μ breit und dies in relativ konstanter Weise. Doflein denkt daran (wahrscheinlich mit Recht), daß es sich hier nicht um zelleigene Chromatophoren, sondern um einen endosymbiontisch lebenden, grünen Organismus handle. Bei der von ihm beobachteten *Chloramoeba*-Form würde es sich also um eine Symbiose zwischen einer farblosen Flagellate und irgendeinem grünen, nach seiner Ansicht zu den Chlamydomonadinen, nach

meiner Meinung aber zu den Protococcalen gehörigen Organismus handeln.

Sicher ist, daß die von DOFLEIN beobachtete Form nichts zu tun hat mit dem Organismus, den BOHLIN untersuchte. Vor allem ist die Begeißelung beider Formen vollständig verschieden. Bei *Chloramoeba* BOHLIN ist der typische Heterokonten-Geißelapparat; eine lange Hauptgeißel, die aber nicht als Schleppgeißel differenziert ist, und eine Nebengeißel vorhanden, beide nach vorne gerichtet. Die DOFLEINsche Form

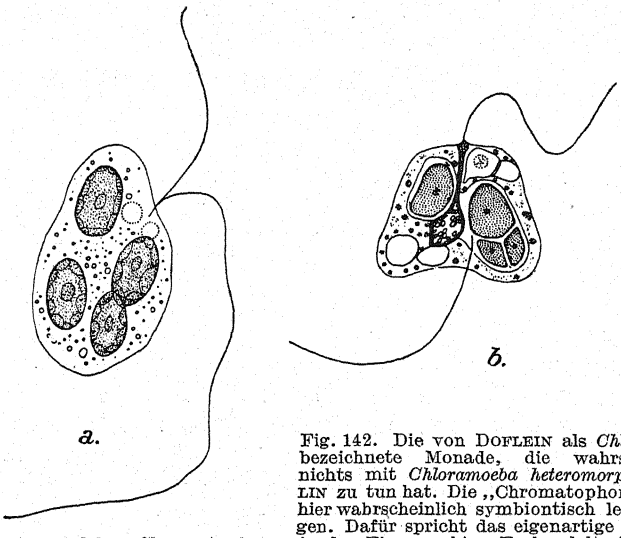


Fig. 142. Die von DOFLEIN als *Chloramoeba* bezeichnete Monade, die wahrscheinlich nichts mit *Chloramoeba heteromorpha* BOHLIN zu tun hat. Die „Chromatophoren" sind hier wahrscheinlich symbiontisch lebende Algen. Dafür spricht das eigenartige Teilungsstadium eines solchen Chromatophoren in der Figur rechts. Es handelt sich wahrscheinlich um eine farblose Monade, in der eine Grünalge, die ein Pyrenoid besitzt, symbiontisch lebt; *a* Monade von der Seite; *b* Monade schief von vorn.

besitzt eine lange, nach rückwärts gerichtete Schleppgeißel und eine körperlange Steuergeißel.

Ferner besitzt die DOFLEINsche Form 2 kontraktile Vakuolen, die BOHLINsche nur eine. Gewiß ist, daß die DOFLEINsche Form nicht zu den Heterokonten gehört und auch nicht mit dem BOHLINschen Namen *Chloramoeba* bezeichnet werden darf. Ich habe DOFLEIN nach dem Erscheinen seiner Arbeit diese Meinung mitgeteilt und DOFLEIN teilte mir schriftlich mit, daß auch er nachträglich zur Überzeugung gekommen sei, daß seine Form von der BOHLINschen *Chloramoeba* verschieden sei. Um einen Vergleich zu ermöglichen, seien zwei Figuren der DOFLEINschen Form hier eingefügt (Fig. 142).

Anhang zur Gattung *Chloramoeba*.

SCHILLER beschreibt aus der Adria unter den Namen

Chloramoeba marina SCHILLER 1925 (Fig. 143)

SCHILLER, Arch. Prot. **53** (1925) 76.

Abb.: SCHILLER, a. a. O., Taf. 1, 3, Fig. 1.

eine ungleichgeißelige grüne Monade. Ihre Zelle ist breit elliptisch, nach vorn etwas verbreitert und hier etwas ausgerandet. Sie scheint schwach amöboid zu sein, hat zahlreiche Chromatophoren, die Scheibchenform aufweisen und zentral ein Pyrenoid oder vielleicht ein Stärkekorn haben. Die Geißeln sind nach SCHILLER sehr lang und bandförmig, die Hauptgeißel über 4mal körperlang, die kürzere fast die Hälfte der längeren messend. Es sind 1–2 kontraktile Vakuolen vorhanden. Im Protoplasten finden sich einige dunkle Brocken. Vermehrung und andere Stadien nicht gesehen.

Länge der Zellen 15–18 μ, Breite 10–12 μ.

Vorkommen: Küstenwasser der Adria. Februar bis Juni; zerstreut, einzeln bis truppweise.

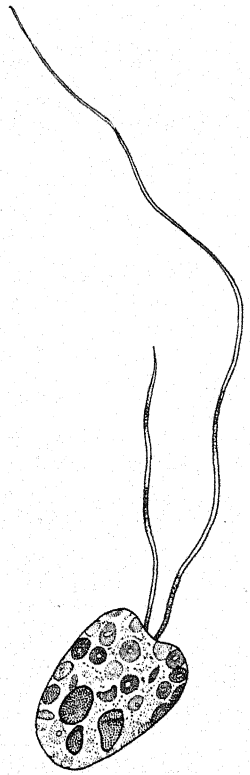


Fig. 143. *Chloramoeba marina:* Wahrscheinlich nicht zu *Chloramoeba* gehörend (nach SCHILLER).

Es scheint mir nicht, daß diese Monade irgend etwas mit *Chloramoeba* BOHLIN zu tun hat. Vor allem spricht, wie auch schon SCHILLER bemerkt, der Umstand dagegen, daß hier die Chromatophoren ein zentrales Gebilde besitzen. Das nähert aber diese Form bis zu einem gewissen Grade der von DOFLEIN beschriebenen Monade, in der aller Wahrscheinlichkeit nach pyrenoidführende Algen symbiontisch leben. Jedenfalls bedarf die SCHILLERsche Monade noch einer eingehenden Untersuchung. Mit den Heterokonten hat diese Monade wohl nichts zu tun. Ihre Stellung ist ganz unsicher.

3. Polykyrtos (Fig. 144).

(πολύς viel — κυρτός buckelig.)

Einzeln lebende Monade. Protoplast auffallend und glänzend glashell, deutlich dorsiventral mit flacher, breiter Bauchseite und gewölbtem Rücken. Vorderende schief gegen die Bauchseite abgestutzt und wahrscheinlich hier mit einer seichten Rinne versehen, die aber sehr bald auf der Bauchseite verstreicht. Hinterende breit abgerundet, manchmal fast abgestutzt. Monade meistens nicht mit gleichmäßigen Flächen begrenzt, sondern unregelmäßig höckerig, wobei sehr häufig symmetrisch zur Mediane am Vorderende zwei seitliche Höcker auftreten, die auf diese Weise die Vorderfurche bis zum Rücken zu verlängern scheinen. Gelegentlich verschwinden diese Buckel und die Monade bekommt, vom Rücken aus gesehen, einen etwas unregelmäßig birnförmigen Umriß. Geißeln in der Vorderfurche mehr gegen die Bauchseite einsetzend: Hauptgeißel fast zweimal so lang wie der Protoplast, Nebengeißel sehr kurz und in der seichten Furche meist leicht nach rückwärts geschlagen, wenig beweglich. Unter dem Geißeleinsatz eine kontraktile Vakuole mit Sicherheit beobachtet (möglicherweise zwei); diese eine Vakuole wird oft auffallend groß. Chromatophor relativ klein, in der Form eines nicht sehr regelmäßig begrenzten Bandes, das gewöhnlich gekrümmt oder winkelig umgeschlagen oder unter Umständen auch schraubig gedreht erscheint, immer binnenständig und oft so blaß ist, daß die Zellen fast farblos erscheinen. Chromatophor meistens in der Mitte oder in der Hinterhälfte gelegen, Stigma vielleicht auch nur wegen der Kleinheit des Organismus nicht beobachtet.

Teilung im beweglichen Zustand. Gelegentlich kommt es zur Bildung von Gallertzuständen. Die Zellen erscheinen dann schön kugelig abgerundet und besitzen keine Geißeln, dagegen bleibt die kontraktile Vakuole erhalten. Um die abgerundeten Protoplasten manchmal eine deutlich differenzierte Gallertschicht; Gallerte aber in den beobachteten Lagern sonst meistens ungeschichtet.

Entstehung der Sporen nicht beobachtet. Fertige Sporen innerhalb der Gallertlager gesehen, kugelig, zweischalig, glatt, die eine Schale meist etwas kleiner als die andere. In den Sporen der Protoplast mit großen weißen Tropfen, wahrscheinlich Leukosin, und gelblichen Öltröpfchen. Der Chromatophor war sehr undeutlich. Keimung der Sporen nicht beobachtet.

Dagegen Austreten der Protoplasten aus den Gallertstadien in der typischen Form der Monade wiederholt gesehen.

Bewegung frei, sowohl nach vorwärts als auch nach rückwärts, jedoch sehr häufig auch am Substrat gleitend, wobei

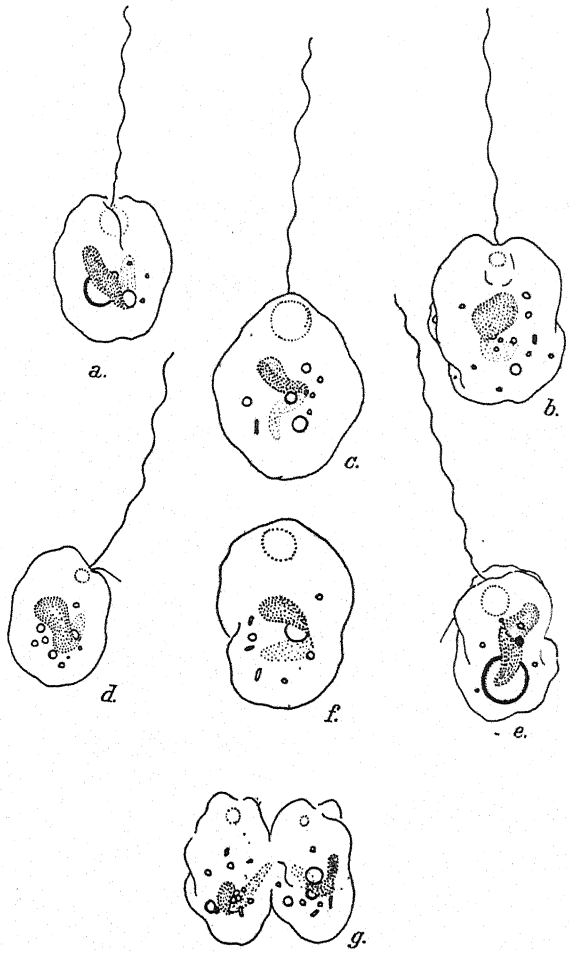


Fig. 144. *Polykyrtos vitreus: a* Monade von der Bauchseite; *b, c* von der Rückenseite; *d, e* von den Seitenflanken; *g* Teilungsstadium.

die gleichmäßig schlängelnde Hauptgeißel nach vorwärts geht, während die Nebengeißel nur zitternde Bewegungen durchführt. Bei der freien Bewegung rotiert der Protoplast nicht um seine Längsachse, der ganze Organismus schwenkt aber in weitem Winkel hin und her. Vielleicht auch springende Bewegung durch arhythmische Geißelschläge möglich.

Derzeit eine einzige Art bekannt:

Polykyrtos vitreus (Fig. 144).

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen max. 10 μ lang, meist kleiner.

Diese Monade trat einmal in großen Mengen im *Elodea*-Bassin des Deutschen Botanischen Gartens in Prag auf und verursachte eine leicht gelbliche Verfärbung des Wassers. Der Organismus scheint leicht saprob zu sein, da im *Elodea*-Bassin nach dem Ausräumen und teilweise wieder Anfüllen sich sichtlich Fäulnisprozesse abspielten. (1927)

Polykyrtos kann infolge seiner eigenartigen Form kaum mit einer anderen Heterochloridale verwechselt werden. Die andere Heterochloridale mit binnenständigem Chromatophor: *Chlormeson*, hat einen ganz anderen Protoplasten: mit deutlicher Breit- und Schmalseite. Breitseite eirund, Schmalseite elliptisch bis leicht eirund. Der Chromatophor ist mehr plättchenförmig. Die Hauptgeißel ist bei *Chloromeson* bis 7mal länger als der Protoplast. Die Cyste mit leicht buckeligen Membranverdickungen versehen, welche vielleicht nach einem bestimmten System angeordnet sind.

Polykyrtos ist sehr ähnlich einer ebenfalls sehr kleinen Chrysomonadine aus der Verwandtschaft der Gattung *Ochromonas:* der gleiche glasperlartige, kugelige Protoplast und ebenfalls ein binnenständiger Chromatophor. Der Chromatophor ist aber bei der braunen Monade viel größer, mehr wand- und rückenständig. Die Sporen der braunen Monade besitzen Porus und Stopfen. Schon durch diese Verschiedenheiten in der Sporenform schaltet die Möglichkeit aus, daß es sich bei *Polykyrtos* um eine Chrysomonade handle, die die braunen Farbstoffe verloren hat, ähnlich, wie sich *Chlorochromonas* nach den Untersuchungen Perfiljews als eine *Ochromonas*-Art entpuppte, die ihre braunen Farbstoffe rückgebildet hat.

4. Chloromeson Pascher 1930 (Fig. 145, 2k, 56).

(*χλωρός* grünlichgelb — *μέσος* in der Mitte.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 405. — Fritsch, Struct. Repr. Alg. **1** (1935) 473.

Einzeln lebende, frei bewegliche Monade. Protoplast deutlich abgeplattet, von der Breitseite eirund bis elliptisch, basal

breit abgerundet, vorne ganz leicht ausgerandet. Von der Schmalseite schmal elliptisch. Monade sehr formveränderlich und gelegentlich unter Beibehaltung der Geißeln, wahrscheinlich aber auch unter Geißelverlust völlig amöboid werdend. Geißeln in der vorderen Ausrandung inserierend, bis sechsmal

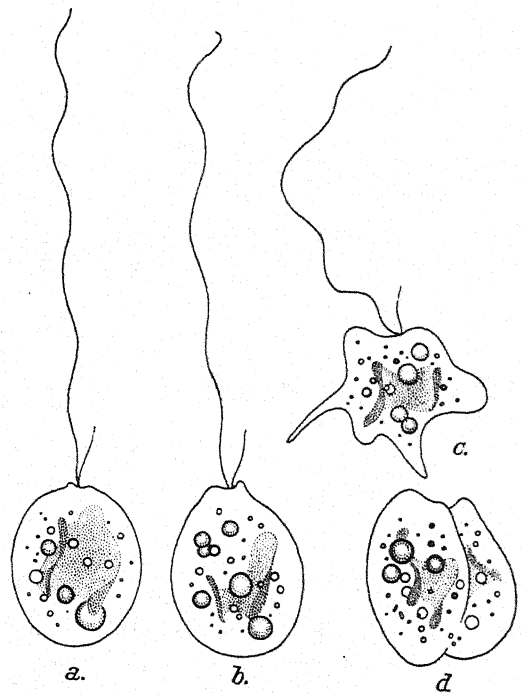


Fig. 145. *Chloromeson agile: a, b* Zellen von der Breitseite; bei *b* Beginn der amöboiden Veränderung; *c* Zelle bereits stark amöboid verändert, doch noch mit Geißeln. Die Zellen können unter Geißelverlust völlig amöboid werden; *d* Teilungsstadium.

so lang wie der Protoplast, Nebengeißel kurz, $^1/_6$–$^1/_8$ der Hauptgeißel. Chromatophor einer, binnenständig, niemals wandständig, in der Form eines sehr zarten, am Rande gelappten, oft tief eingeschnittenen, gelbgrünen Blättchens, das gefaltet und mannigfach eingeschlagen sein kann, doch immer so gelagert ist, daß es mehr oder minder parallel zur Breitseite liegt. Kontraktile Vakuolen nicht beobachtet. Fett und Öl, vielleicht auch Leukosin.

Bewegung sowohl nach vorwärts wie auch nach rückwärts. Bei der Rückwärtsbewegung sind die Wellen, die über die Geißel verlaufen, kürzer und gleichmäßiger als bei der Vorwärts-

bewegung. Die Nebengeißel führt manchmal merkwürdige, ruckartige Bewegungen aus (vielleicht Absterbeerscheinung). Heftige Bewegungen der Nebengeißel haben ein stärkeres Pendeln der Zelle um die Querachse zur Folge. Vermehrung durch Längsteilung.

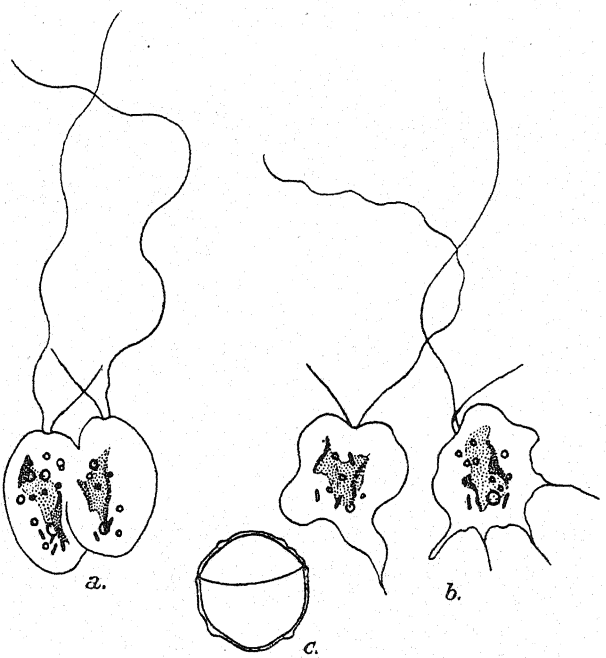


Fig. 145*A*. *Chloromeson agile: a* Teilung; *b* rhizopodiale Stadien, rechts mit feinen Rhizopodien; *c* Spore (etwas zu regelmäßig gezeichnet, vgl. Fig. 56).

Von anderen Stadien mit Sicherheit Sporen beobachtet. Sporen ausgesprochen endogen gebildet (Fig. 56), mit relativ derber Membran, die aus zwei Stücken, einem großen topfförmigen und einem kleinen deckelförmigen besteht. Membranaußenseite skulpturiert und mit buckelförmigen Warzen versehen, über deren Verteilung und Anordnung ich nichts Sicheres sagen kann, die aber, wie der optische Längsschnitt zeigt, vielleicht regelmäßig verteilt sind. Palmellen nicht sicher festgestellt, obwohl zu gleicher Zeit formlose, ungeschichtete Gallerten vorkamen, in denen kugelige Zellen mit einem gleichen Chromatophoren wie bei *Chloromeson* lagen.

Eine Art

Chloromeson agile PASCHER 1930 (Fig. 145, 2k, 56).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 407. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 473.

Abb.: PASCHER a. a. O., S. 406, Fig. 2, 3. — FRITSCH a. a. O., S. 472, Fig. 154.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 8–13 μ lang, 6–10 μ breit.

Vorkommen: Aus Brackwassertümpeln der Lübischen Bucht zwischen Scharbeutz und Haffkrug (Ostseeküste von Schleswig). Es ist unklar geblieben, ob es sich bei *Chloromeson* um einen ausgesprochen marinen oder Brackwasserorganismus handelt, sowie wieweit er in das Süßwasser übertreten kann. Vielleicht ist *Chloromeson* euryhalin. (1921.)

Auffallend ist die Bewegung der Monade; ganz abgesehen davon, daß sie nach vorne und rückwärts gleich gut verläuft, kommt auch ein eigenartiges Springen der Zellen vor. Es wird sicher durch heftige Schleuderbewegungen der Hauptgeißel verursacht und sieht den zuckenden Schnellbewegungen der Cryptomonaden gar nicht ähnlich, die wahrscheinlich auch anders (entweder durch Kontraktionen der Hautschicht oder durch Ausstoßen von Schleimtrichocysten) zustande kommen. Inwieweit bei dieser Sprungbewegung von *Chloromeson* Schreckreaktionen vorliegen, konnte an dem geringen Material nicht geprüft werden. Möglicherweise wird sie durch die während der Beobachtung zunehmende Konzentration des Milieus ausgelöst. (Ähnliches auch bei verschiedenen anderen Salzwasser bewohnenden Flagellaten, auch bei der Volvocalen *Asteromonas* — aber nicht bei *Dunaliella* —, die ja an sehr starke Konzentrationen angepaßt ist und direkt an Salzkristallen sitzen kann.)

5. Nephrochloris GEITLER et GIMESI 1925 (Fig. 146).

(*νεφρός* = Niere; *χλωρηίς* = grünlichgelb, fem.)

GEITLER et GIMESI, Arch. Prot. **52** (1925) 604. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., **3**, II. Aufl. (1927) 381. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 473.

Einzeln lebende Monade. Zellen deutlich dorsiventral, abgeflacht, auf der Bauchseite mit einer sehr seichten und am Rande verwischten Längsfurche; infolgedessen im optischen Querschnitt nierenförmig. Zellen von der Schmalseite gesehen

im Umriß eiförmig bis birnen- bzw. nierenförmig. Von der Breitseite gesehen kreisförmig bis eirund, vorne manchmal ausgerandet und im übrigen in der Form sehr wechselnd. Träge Metabolie der Zelle. Vorne, etwas ventral-seitlich, die doppelt körperlange, ziemlich starke Geißel inserierend. Unter ihrer Insertionsstelle die kontraktile Vakuole. Chromatophor einer, groß, mantelförmig, die Rückenseite auskleidend und von beiden Seiten her noch auf die Bauchseite übergreifend; nicht selten

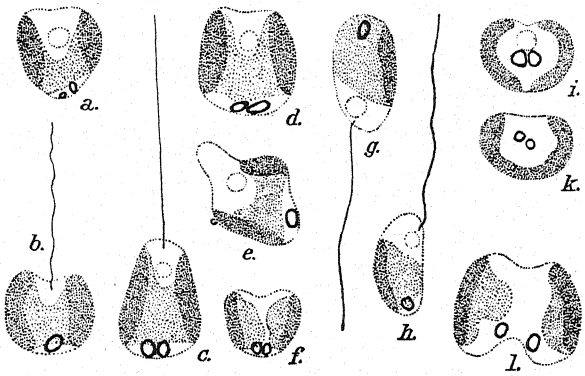


Fig. 146. *Nephrochloris incerta: a–d* Zellen von der Bauchseite; *g, h* von der Schmalseite; *i, k* im optischen Querschnitt; *l* Teilungsstadium (nach GEITLER und GIMESI).

in der Mediane der Zelle tief ausgerandet. Gelegentlich Chromatophoren der Länge nach geteilt (Teilungsstadien ?). Im Hinterende ein oder zwei stark glänzende Öl- oder Fetttropfen. Vermehrung durch Längsteilung. Cysten unbekannt.

Nephrochloris steht nach unserer derzeitigen Kenntnis ziemlich isoliert unter den Heterochloridalen; durch ihre Körperform weicht sie von den bis jetzt bekannten Gattungen sehr stark ab.

Bis jetzt nur eine einzige Art bekannt:

Nephrochloris incerta GEITLER et GIMESI 1925 (Fig. 146).

GEITLER et GIMESI, Arch. Prot. **52** (1925) 603. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., II. Aufl. **3** (1927) 381.

Abb.: GEITLER et GIMESI a. a. O. (1925), Fig. a, S. 604. — PRINTZ a. a. O. (1927), Fig. 283 c–h, S. 381.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 4–6 μ lang.

Vorkommen: Water-Neversdorfer Binnensee, Holstein. Im Plankton, entweder frei oder in der Gallerte einer *Anabaena*. Nach GEITLERS Meinung zur heterotrophen Ernährung neigend.

Nephrochloris steht dadurch, daß hier die Nebengeißel völlig reduziert ist und als einzige Geißel die Hauptgeißel erhalten blieb, unter den Heterochloridalen allein. Wie im allgemeinen Teile S. 9 auseinander gesetzt wurde, ist diese Reduktion der Nebengeißel auch an den Schwärmern behäuteter Heterokonten ebenfalls mehrfach eingetreten. — Ich erinnere an *Pleurochloris magna*, deren Schwärmer nach Boye-Petersen ebenfalls nur die Hauptgeißel haben und an *Heteropedia commutata*, bei der die Nebengeißel ebenfalls völlig reduziert ist. Sicher werden auch noch mehr eingeißelige Formen bekannt werden.

6. Ankylonoton Pascher 1932 (Fig. 147).

(ἄγκυλος = krumm; νῶτον = Rücken.)

Pascher, Arch. Prot. 77 (1932) 306. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. 1. (1915) 473.

Einzeln lebende Monade, die ausgesprochen dorsiventral und annähernd monosymmetrisch gebaut ist. Metabolie bzw. amöboide Formveränderlichkeit deutlich, wenn auch an den gesehenen Fällen nicht so groß wie bei anderen Heterochloridinen und meist auf das Hinterende beschränkt. Protoplast mit einer hochgewölbten Rückenseite und. wenn nicht formverändert, basal breit abgerundet und mit einer nur wenig konvexen Bauchseite, die unter dem stumpfen Vorderende in einer leichten, muldenförmigen Ausrandung die beiden Geißeln trägt. Hauptgeißel mehr als zweimal körperlang, Nebengeißel relativ kurz, meist nur ein Achtel der Hauptgeißel messend. An der Geißelbasis zwei kontraktile Vakuolen. Die Rückenseite ist oft in mehr oder weniger regelmäßiger Weise mit einem wandständigen, muldenförmigen Chromatophoren ausgekleidet, der das Vorderende freiläßt und die beiden Seitenflächen meist nur zum Teile überzieht, so daß die Bauchseite manchmal farblos ist. Oft aber der Chromatophor ausgesprochen bauchständig. Chromatophor sehr zart; annähernd in der Mediane am Rücken mit einem manchmal sehr großen und dann auch oft unregelmäßigen Pyrenoid versehen, das der Innenseite des Chromatophoren scheinbar anliegt und manchmal seitlich, gegen die Flanken der Zelle zu, verlagert ist. Als Reservestoffe Öltropfen, eventuell Leukosin, ferner manchmal, besonders gegen die Basis gehäuft, kristalloide, manchmal stäbchenartige Gebilde.

Teilung längs der Mediane. Sehr häufig bekommt der Chromatophor der einen Tochterzelle kein Pyrenoid mit, wahr-

scheinlich entsteht es in dieser Tochterzelle durch Neubildung. Die Tochterzellen bleiben manchmal längere Zeit durch breite Plasmabrücken miteinander verbunden.

Andere Stadien, Palmellen oder Sporen nicht beobachtet.

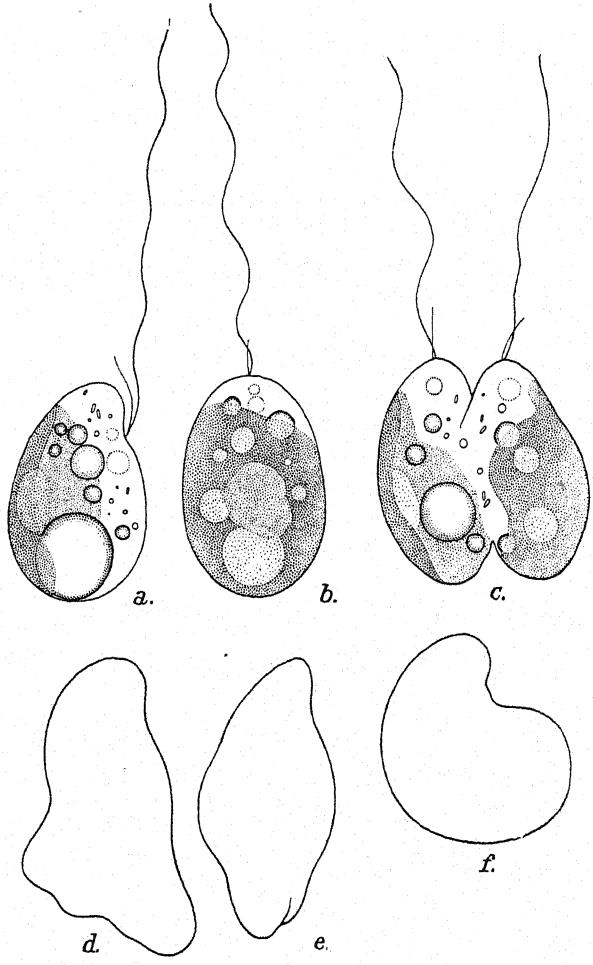


Fig. 147. *Ankylonoton pyreniger:* *a* Zelle von der Seite; *b* vom Rükken; *c* Teilungsstadium; *d–f* Umrisse von amöboid veränderten Zellen.

Eine Art:

Ankylonoton pyreniger PASCHER 1932 (Fig. 147).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 308.

Abb.: PASCHER a. a. O. (1932) S. 307, Fig. 1.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 13–15 μ lang, manchmal bis 22 μ messend.

Vorkommen: Ein einziges Mal in wenigen Exemplaren zwischen einer derben *Scytonema*-artigen Blaualge in einem Graben der Marschwiesen bei Kampen auf Sylt mit wechselndem Wasser; zur Zeit der Flut brackig bis salzig, zur Zeit der Ebbe aussüßend. In der Grenze der Salzwasserregion. (1931.)

Die Bewegung dieser Monade ist ausgesprochen gleitend. Ich habe die Form niemals freischwimmend gesehen. Sie glitt annähernd wie manche gleitende Euglenen oder Chrysomonaden zu allermeist mit dem geneigten Vorderende voraus am Substrat dahin. Gelegentlich bewegte sie sich auch mit dem Basalende voraus. Bei dieser Bewegung beteiligt sich nur die Hauptgeißel, die Nebengeißel erscheint wie funktionslos.

Trotz der deutlichen amöboiden Formveränderung habe ich animalische Ernährung nicht beobachtet. Sie ist aber wahrscheinlich.

Ankylonoton pyreniger ist genau so gebaut wie die Gattung *Ochromonas* unter den Chrysomonaden. Wäre der Chromatophor braun gefärbt, würde die Monade, soweit es auf die vegetativen Zellen ankommt, anstandslos als *Ochromonas* gehen. Es ist von vornherein nicht völlig ausgeschlossen, daß es sich bei *Ankylonoton* tatsächlich um eine *Ochromonas* handelt, die die braunen Pigmente im Chromatophoren zurückgebildet hat. Die Entscheidung, ob es sich um eine Heterochloridale oder um eine Chrysomonade handelt, kann nur die Kenntnis der Sporen bringen. Sind es Sporen mit Porus und Stopfen, so muß die Monade wohl zu den Chrysophyceen gestellt werden. Wahrscheinlicher aber, nach der Beschaffenheit des Chromatophoren und seiner Färbung, ist die Verwandtschaft mit den Heterokonten.

Ankylonoton pyreniger ist die einzige Heterochloridale, für die derzeit Pyrenoide bekannt sind.

7. **Phacomonas** Lohmann 1903 (Fig. 148, 149, 150).

(φακός = Linse.)

Lohmann, Wiss. Meeresunters., neue Folge Bd. Abt. Kiel (1903) 66. — Pascher, Ber. Deutsch. Bot. Ges. **29** (1911) 518; Süßwasserfl. **2** (1913) 184; Süßwasserfl. **11** (1925) 24. — Printz, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 380. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 473.

Einzeln lebende, nicht metabole und nicht amöboide Monade. Zellen linsen- bis scheibenförmig, daher mit deutlicher Schmal- und Breitseite versehen. Von der Breitseite gesehen

fast kreisrund, von der Schmalseite (Rückenseite) gesehen mit elliptischem Umriß. Zellen ungefähr dreimal so breit als dick. Geißeln vorne in auffallend weitem Abstand voneinander inserierend und kleinen Plasmahöckern aufsitzend. Hauptgeißel zweimal so lang, Nebengeißel ungefähr so lang wie die Zelle; Geißeln relativ derb. Chromatophoren zwei, die Breitseite fast völlig auskleidend, mediansymmetrisch zueinander stehend, groß, scheibenförmig und muldenförmig. Basal zu allermeist ein stark lichtbrechender, scharf umrissener Ballen; außer ihm noch Öl- und Fetttropfen. Pulsierende Vakuolen bei den marinen Formen fehlend, bei den Süßwasserformen in der Zweizahl, und zwar gegen das Vorderende zu vorhanden. Teilungsstadien nicht beobachtet, ebensowenig Palmellen oder Cysten.

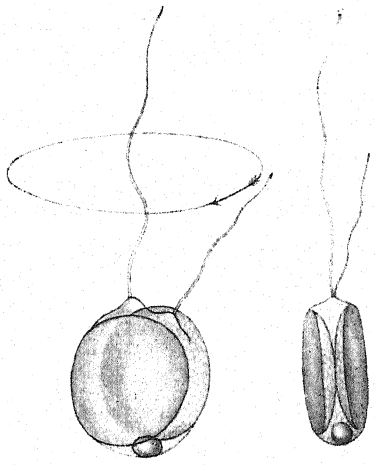


Fig. 148. *Phacomonas pelagica: a* von der Breitseite; *b* vom Rücken her gesehen (nach LOHMANN).

Phacomonas wurde von LOHMANN als Bestandteil des marinen Planktons entdeckt; merkwürdigerweise tritt sie auch im Plankton des Süßwassers auf, wenn ich auch nicht sicher zu sagen vermag, ob die Süßwasserform völlig mit der LOHMANNschen Form identisch ist. Die Süßwasserform unterscheidet sich von der marinen durch den Besitz zweier kontraktiler Vakuolen.

Bis jetzt nur eine sichere Art bekannt:

Phacomonas pelagica LOHMANN (1903, Fig. 148).

LOHMANN a. a. O. (1903) 66. — PASCHER a. a. O. (1911) 518; a. a. O. (1913) 183; a. a. O. (1925) 24.

Abb.: LOHMANN a. a. O. 1903, Taf. I, Fig. 10, 11. — PASCHER a. a. O. 1911, Taf. 19, Fig. 1–7 (2, 3, 7 Süßwasserform). — PASCHER a. a. O. 1925, Fig. 12 (Kop. nach LOHMANN).

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 5–10 μ größter Durchmesser.

Vorkommen: Im Plankton des Atlantischen Ozeans; im Plankton südböhmischer Teiche. Meeres- und Süßwasserplanktont.

Es ist nicht ausgemacht, ob die Süßwasser- und die Meeresform die gleiche Art darstellen. Die Süßwasserform ist von der Breitseite gesehen etwas weniger kreisförmig und die Geißelhöcker sind etwas mehr vorgezogen. Außerdem besitzt die Süßwasserform zwei kontraktile Vakuolen. Ich habe in meinen Notizen diese Form als ***Phacomonas Lohmanni*** (Fig. 149) bezeichnet.

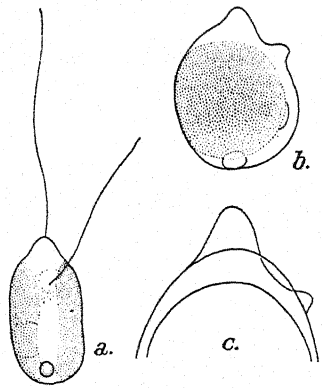


Fig. 149. *Phacomonas pelagica* (*Lohmanni*): Form aus dem Süßwasser; *a* von der Breit-, *b* von der Schmalseite; *c* Kontur des Vorderendes.

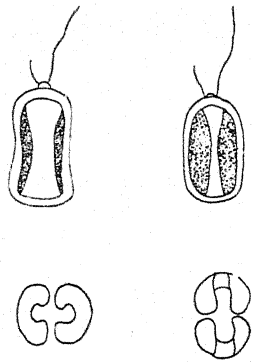


Fig. 150. *Phacomonas lacustris* (nach VAN OYE).

Zu dieser Gattung wurde noch folgende Art gestellt:

Phacomonas lacustris VAN OYE 1925 (Fig. 150).

VAN OYE, Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. **58** (1925) fasc. 1, 6. — PASCHER, Arch. Prot. **65** (1929) 433.

Abb.: VAN OYE a. a. O. (1925) Fig. 2, S. 5. — PASCHER a. a. O. (1929) Fig. 9, S. 434 (Kopie).

Zellen kurz zylindrisch, basal mehr flach, vorn flach abgerundet. Flanken gerade oder in der Mitte leicht eingezogen. Membran braun, glatt; zwei Chromatophoren, wandständig, annähernd einander gegenüberliegend, die ganze Länge der Zelle auskleidend, muldenförmig. Geißeln zwei, sehr ungleich: Hauptgeißel kaum körperlang, Nebengeißel kaum die Hälfte der Hauptgeißel messend. Bewegung nach VAN OYE sehr charakteristisch aus den typischen Geißelbewegungen und einer

merkwürdigen Kriechbewegung der hinteren Körperhälfte zusammengesetzt. Länge 7 μ, Breite 3 μ.

Fundort: Künstlicher Teich bei Eala, Belg. Kongo.

Diese Monade hat kaum etwas mit *Phacomonas* zu tun. Die Geißelinsertion ist eine andere, und wenn ich die Zeichnungen VAN OYES recht verstehe, inserieren die beiden Geißeln auf einer gemeinsamen Papille. Der Unterschied erstreckt sich auch auf die „Membran". *Phacomonas pelagica* ist nackt, die VAN OYEsche Form besitzt eine derbe, braune Haut. Es wäre die erste Heterochloridale, die mit einer derben, fast schalenartige Membran versehen wäre. Weitere Untersuchungen werden vielleicht ergeben, daß *Phacomonas Lohmanni* anders gebaut ist und vielleicht in eine ganz andere Algenreihe gehört.

8. Chlorokardion PASCHER 1930 (Fig. 151).

(χλωρός = grün; καρδία = Herz.)

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 403.

Einzeln lebende Monade mit deutlich abgeplattetem Protoplasten, der dick scheibenförmig ist und eine etwas schief herzförmige Breitseite mit breiter, basaler Abrundung und eine elliptische Schmalseite besitzt. Vorderende der Monade in der Breitseitenansicht etwas schief abgeschrägt und deutlich ausgerandet. Die schiefe Abschrägung der Monade kommt dadurch zustande, daß die Rückenseite des Protoplasten vorne deutlich mehr vorgezogen ist als die andere. In dieser vorderen Ausrandung inserieren die beiden Geißeln, von denen die Hauptgeißel fast eineinhalbmal körperlang ist, während die Nebengeißel kaum ein Sechstel der Hauptgeißel mißt. Hautschicht des Protoplasten sehr zart; trotzdem niemals metabole oder amöboide Formveränderungen beobachtet. Plasma des Protoplasten sehr glashell. Chromatophoren in der Mehrzahl vorhanden, meistens drei, seltener zwei oder vier; deutlich wandständig, manchmal ungleich groß, muldenförmig. Oft schließen die Chromatophoren bis auf schmale helle Streifen aneinander. Kein Stigma vorhanden. Fett- und Öltröpfchen, daneben auch glänzende Ballen, die möglicherweise Leukosin sind. Gegen das basale Ende zu oft zahlreiche, stark lichtbrechende, stäbchenartige, kristalloide Gebilde.

Vermehrung durch Längsteilung, die parallel zur Breitseite erfolgt, wobei die Teilung annähernd mit der Symmetrie-

Ebene der Zelle zusammenfällt. Die Tochterzellen besitzen eine sehr wechselnde Chromatophorenzahl, manchmal sogar nur einen Chromatophoren.

Zu dieser Monade gehören vielleicht palmelloide Lager, in denen abgerundete Zellen mit den gleichen Chromatophoren lagern. Da aber weder die Bildung dieser Lager noch das Ausschlüpfen der Protoplasten beobachtet werden konnte, ist

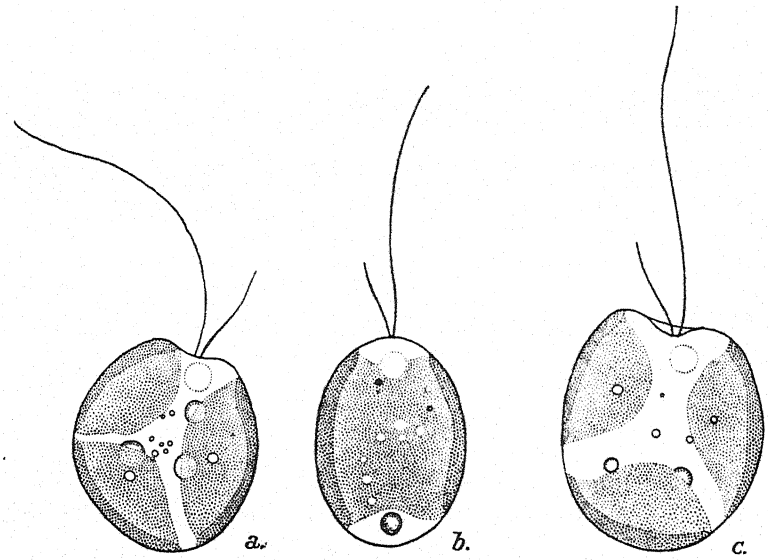


Fig. 151. *Chlorokardion pleurochloron: a* von der Seite; *b* vom Rücken; bei *c* die vordere Vertiefung im angeschrägten Vorderende eingezeichnet.

der Zusammenhang nicht ganz sicher, obwohl durch die weitgehende Übereinstimmung der Zellen höchstwahrscheinlich. Die Zellen besaßen in den Gallertlagern keine Geißeln, besaßen auch daher innerhalb der Gallerte kein Bewegungsvermögen; die kontraktilen Vakuolen waren aber an ihnen erhalten.

Chlorokardion erweist sich durch die Art der Begeißelung und der Chromatophoren sowie durch den Mangel an Stärke deutlich als Heterokonte. Von den anderen Heterochloridalen ist sie deutlich verschieden. *Heterochloris* hat ein spitzes, nur wenig ausgerundetes Vorderende und einen sehr amöboiden Protoplasten, der unter Verlust der beiden Geißeln manchmal völlig rhizopodial werden kann. *Chloramoeba* weicht durch ihre Amöboidie sowie durch ihre Morphologie sehr von *Chlorokardion* ab. Eine gewisse Ähnlichkeit hat *Phacomonas*, die

ebenfalls scheibenförmig ist. *Phacomonas* besitzt zwar zwei große Chromatophoren. Sie liegen aber seitlich den Breitseiten an und haben infolgedessen eine andere Lagerung wie die Chromatophoren von *Chlorokardion*. Außerdem sind die Insertionsstellen der Geißeln bei *Phacomonas* weit voneinander abgerückt und höckerartig vorgezogen.

Bis jetzt eine Art bekannt:

Chlorokardion pleurochloron Pascher 1929 (Fig. 151).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1929) 404.

Abb.: Pascher a. a. O. (1929) 404, Fig. 1.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 12–16 μ lang, 18–2 μ breit, doch auch viel kleiner (—9 μ lang).

Vorkommen: Musikantenteiche in Hirschberg in Böhmen. (Im Aufwuchse der *Potamogeton natans*-Blätter.) *Chlorokardion* wurde bis jetzt nur in Böhmen gefunden, ist aber sicher weiter verbreitet. Der Fundort, an dem ich sie zu wiederholten Malen gesehen habe, schwankt in seinem p_H-Wert zwischen 4,8 und 6,2. Natürlich bezieht sich diese Angabe nur auf das Wasser der Musikantenteiche, nicht aber auf den fast flüssigen Schleim des Aufwuchses, in dem die Monade gefunden wurde (1923.).

9. Bothrochloris Pascher 1932 (Fig. 152, 153).

(*βόθρος* = Grube; *χλωρός* = grünlichgelb.)

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 308.

Protoplast der Monade fast kugelig, dabei im Querschnitt fast rund oder schief zusammengedrückt. Das Vorderende des Protoplasten erscheint tief ausgerandet, wobei die eine Seite mehr vorgezogen ist als die andere. In dieser Ausrandung inserieren die beiden Geißeln, von denen die Hauptgeißel bis zehnmal so lang ist als der Protoplast und die Nebengeißel nicht ganz ein Viertel der Hauptgeißel mißt. Die vordere Ausrandung entspricht einer sehr eigenartigen, nur schwer erfaßbaren vorderen Vertiefung des Protoplasten. Diese Vertiefung erstreckt sich nicht axial, sondern etwas gegen die längere Seite hin verschoben, grubenförmig in den Protoplasten und ist annähernd so tief wie breit. Sie verengt sich aber nach oben und wird schmäler und ist von zwei Rändern begrenzt, die etwas vorgezogen sind und tief bogig gegen das niedrigere Ende der vorderen Ausrandung ziehen. Dabei ist der eine vor-

gezogene Rand kürzer, der andere länger (vgl. Fig. 152*a*, 153. Die Geißeln inserieren, soweit beobachtet, immer mehr auf der Seite der Grube, die dem niedrigeren Ende der vorderen Ausrandung zugewendet ist. Sind die Zellen seitlich etwas abgeplattet, was nicht immer der Fall ist, so geht die Abplattung in ihrem Verlaufe annähernd der vorderen Vertiefung der Zelle parallel.

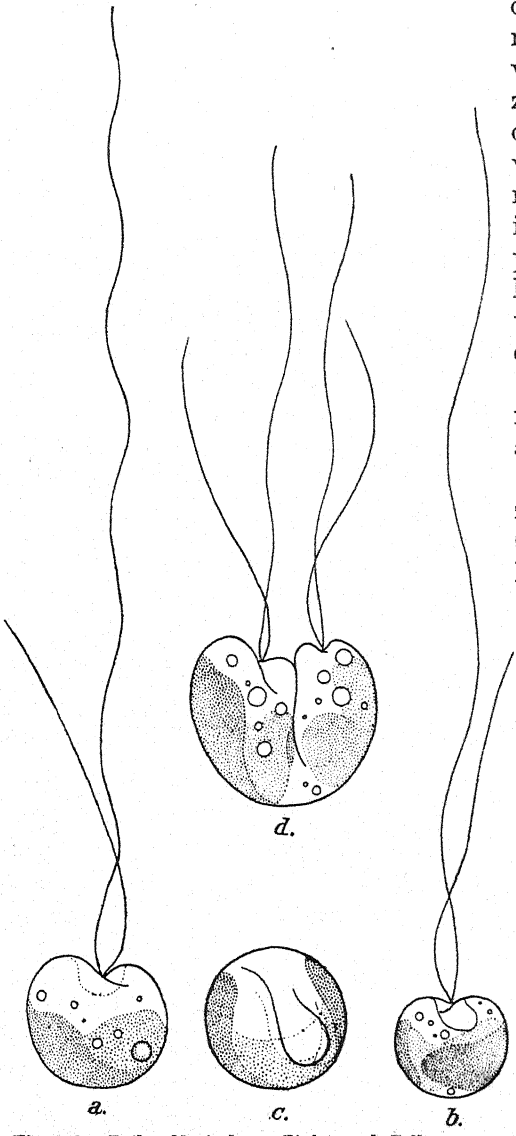


Fig. 152. *Bothrochloris longeciliata: a, b* Zellen von zwei verschiedenen Seiten. Die eigenartige vordere Ausrandung wie auch die schlundförmige Vertiefung deutlich zu sehen; *c* Zelle von oben gesehen. Die eigenartige Kontur der vorderen Ausrandung deutlich, ihr nicht ganz parallel der Umriß des Schlundes; *d* Teilungsstadium.

Der Protoplast ist nur wenig formveränderlich. Amöboide Stadien kamen nicht zur Beobachtung. Der Chromatophor hat die Form eines breiten wandständigen Bandes, das manchmal muldenförmig am Grunde der Zelle liegt, manchmal aber gürtelförmig herumgeht, immer das vordere Ende der Zelle und manchmal auch das Hinterende frei läßt. Das Stigma fehlt. Kontraktile Vakuolen sind als bei einer marinen Form nicht vorhanden. Als Reservestoff konnten nur Fett- und Öltröpfchen beobachtet werden. Die Teilung erfolgt der Länge nach, und zwar längs einer Ebene, die die

Ansatzstelle der Geißeln durchschneidet und die grubige Vertiefung schief zerteilt. Die beiden Tochterzellen können dabei sehr ungleich werden. Neben diesen beweglichen Stadien sind Palmellen beobachtet worden (Fig. 153 d), in denen die Zellen völlig

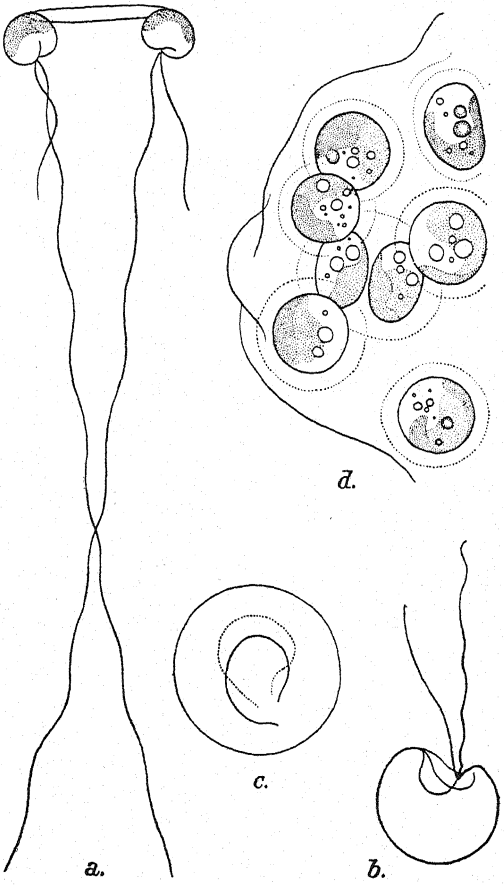


Fig. 153. *Bothrochloris longeciliata:* *a* Zellen in Bewegung, Protoplast nach vorwärts gehend. Der Protoplast umschreibt mit der Hauptgeißel einen Doppelkegel, dessen Achse mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt und um den sich der Protoplast schraubig nach vorwärts dreht; *b* Umriß einer Zelle von der Seite, schlundförmige Vertiefung deutlich, ebenso wie ihre beiden Vorderränder. Die Geißeln sind mehr dem niederen Vorderende genähert eingefügt; *c* Umriß einer von oben gesehenen Zelle. Die punktierte Linie: der Querumriß des Schlundes; die stärkere Linie: Vorderrand des Schlundes; *d* Palmellastadium.

abgekugelt liegen, in der allgemeinen Gallerte eine zarte Spezialgallerte entwickeln, die bei den Tochterzellen immer von neuem gebildet wird. So kommt es zur Bildung *Gloeocystis*-artiger, winziger Lager, bei denen aber die Gallertschichten sehr bald ihre scharfe Begrenzung verlieren.

Bewegung nach vorwärts und rückwärts. Bei der Bewegung nach rückwärts rotiert der Protoplast um die Bewegungsrichtung, wobei die Hauptgeißeln die deutlich schlängelnden

Mäntel eines Doppelkegels beschreibt, dessen Spitze und Achse annähernd mit der Bewegungsrichtung zusammenfallen (siehe Fig. 153a).

Eine einzige Art:

Bothrochloris longeciliata Pascher 1932 (Fig. 152, 153).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 310.

Abb.: Pascher a. a. O. Fig. 2, S. 311; Fig. 3, S. 309.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen bis 13 μ im Durchmesser.

Vorkommen: In nicht sehr vielen Exemplaren aus einer Schlammkultur mit Schlamm aus dem Königshafen bei List auf Sylt (1931).

Diese Gattung sieht dem *Chloromeson* (siehe S. 220, Fig. 145) etwas ähnlich, da *Chloromeson* von der einen Seite gesehen, ebenfalls rund aussieht und vorne auch ausgerandet ist. *Chloromeson*, ebenfalls eine Salzwasserform, hat aber keine vordere „Schlund"artige Vertiefung, ist sehr stark abgeplattet und besitzt einen binnenständigen Chromatophoren.

Bothrochloris ist insofern von Bedeutung, als sie zeigt, daß auch bei den Heterochloridalen die gleichen Entwicklungsprinzipien zur Auswirkung kommen wie bei den anderen Flagellatenreihen. Die vordere Vertiefung, die man so fälschlich als „Schlund" bezeichnet, findet sich unter den Heterochloridalen nur bei *Bothrochloris*. Aber den gleichen „Schlund" besitzen viele Cryptomonaden, Peridineen, Chrysomonaden und vielleicht auch Desmokonten. Er tritt nur bei dorsiventralen Formen auf, ja wahrscheinlich ist bei den Flagellaten die Dorsiventralität die Vorbedingung zur Schlundbildung.

Erster Anhang zu den Heterochloridalen.

Zu den Heterochloridalen ist vielleicht eine marine Monade zu stellen, die Schiller aus der Adria beschreibt und zu den Eugleninen stellt.

Ottonia Schiller 1925 (Fig. 154).

Schiller, J., Arch. Prot. **53** (1925) 93.

Zellen schwach metabolisch, basal schwanzartig ausgezogen, vorne leicht ausgerandet und mit einer annähernd körper-

langen zarten Geißel versehen. Chromatophoren zwei, muldenförmig und symmetrisch seitenständig. Stigma vorhanden. Periplast sehr zart. Vermehrung und andere Stadien unbekannt.

Eine einzige Art:

Ottonia caudata Schiller 1925 (Fig. 154).

Schiller, Arch. Prot. **53** (1925) 93.

Abb.: Schiller a. a. O. Tafel 3, Fig. 14 (1925).

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 6–7 μ lang, 3–4 μ breit.

Vorkommen: Adria, Februar bis November; perenn. Bis 20 m Tiefe; zerstreut bis reichlich; gruppen- bis scharenweise.

Schiller ist geneigt, diese Form wegen einer gewissen Ähnlichkeit mit der von Skwortzow beschriebenen *Astasia variabilis* zu den Eugleninen zu stellen. Die Stellung der Monade ist völlig unsicher. Ich reihe sie hier mit allem Vorbehalt an, weil eine gewisse Ähnlichkeit mit den Heterochloridalen, z. B. *Heterochloris* sowie Heterokontenschwärmern schon infolge der kleinen scheibchenförmigen Chromatophoren und ihrer symmetrischen Lagerung nicht abzuleugnen ist.

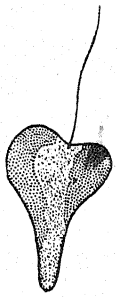


Fig. 154. *Ottonia caudata:* Vielleicht zu den Heterochloridalen gehörende, von Schiller zu den Eugleninen gestellte Monade (nach Schiller).

Zweiter Anhang zu den Heterochloridalen.

Über die systematische Stellung der Gattung ***Chlorochromonas*** Lewis, die früher als Heterochloridale, also als Heterokonte aufgefaßt wurde (und als solche wird sie noch 1925 in meiner Süßwasserflora Bd. IX behandelt), sind wir durch die schönen Untersuchungen Perfiljews unterrichtet. Es handelt sich um eine typische Chrysomonadine. Sie hat die charakteristischen Chrysomonadensporen mit Porus und Stopfen und verhält sich auch in allem anderen so wie eine *Ochromonas*. Perfiljew betont ausdrücklich die Zugehörigkeit zur Gattung *Ochromonas* und er ist geneigt, *Chlorochromonas* als eine Sektion zu *Ochromonas* zu stellen. Ich schließe mich Perfiljew vollständig an, um so mehr, als ich wiederholt betont habe, daß bei manchen Chrysophyceen spez. Chrysomonadinen die braunen Pigmente sehr stark zurückgebildet sein können, so daß die

betreffenden Formen fast grün erscheinen. Diese Rückbildung der braunen Farbstoffe kann entweder fixiert sein oder aber sie kann durch äußere Umstände hervorgerufen werden. So ist es bekannt, daß manche Mallomonadinen, die in stark humussauren Gewässern vorkommen, fast grün sind und eine dieser grünen Mallomonaden wurde direkt als eigene Gattung *Chloromonas* beschrieben. Ebenso sind die Synuren der Moorwässer oft grün gefärbt.

Rhizochloridineae Pascher 1914.

(ῥίζα = Wurzel, χλωρηίς = grün.)

Pascher, Ber. Deutsch. Bot. Ges. **32** (1914) 143; Beih. Bot. Centralbl. **48** (1931) Abt. 2, 324.

Syn: *Heterorhizidinae* Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 480.

Heterokonten, die ihr vegetatives Leben als völlig rhizopodial gewordene, meist nackte Organismen verleben, dabei mittels Rhizopodien und Pseudopodien (vielleicht auch Axopodien) feste Nahrung aufnehmen können und daher imstande sind, sich auch animalisch zu ernähren. Chromatophor zu allermeist vorhanden.

Trotzdem nur sehr wenige Formen bekannt sind, entsprechen die Rhizochloridinen doch sehr verschiedenartigen Ausbildungen. Den einfachsten Typus stellt die nackte, mit wenigen Chromatophoren versehene, völlig amöbenartige *Rhizochloris* dar. Bei anderen Ausbildungen lebt diese kleine Amöbe in einem gestielten oder ungestielten Gehäuse (*Stipitococcus* und *Rhizolekane*).

Plasmodiale Weiterentwicklungen sind nach zwei Richtungen entstanden, 1. dadurch, daß die wohl unterscheidbaren, einkernigen, mit Chromatophoren versehenen amöboiden Zellen durch Plasmastränge unregelmäßig netzartig miteinander in Verbindung bleiben, oder aber 2. in der Weise, daß große, vielkernige Plasmamassen mit vielen Chromatophoren entstehen. Das kann wieder dadurch der Fall sein, daß einkernige Keime reichliche Kern- und Chromatophorenteilungen eingehen und auf diese Weise vielkernig und groß werden und dadurch, daß solche ein- oder mehrkernige Stadien miteinander fusionieren.

Entsprechend der Formausbildung der einzelnen Gattungen erfolgt die Systematik und Ordnung der Familien, die ent-

sprechend unserer derzeitigen geringen Kenntnis oft nur eine einzige Gattung mit einer einzigen Art umfassen.

Dauernd farblose, chromatophorenfreie Rhizochloridinen sind derzeit nicht bekannt.

Für einzelne Rhizochloridinen ist die Bildung endogener bzw. endoplasmatischer Sporen beobachtet (*Myxochloris*). Ebenso die Bildung typischer Heterokonten-Schwärmer (*Myxochloris*), während für andere Rhizochloridinen Schwärmer noch nicht beobachtet wurden. Möglicherweise hängt das damit zusammen, daß bei den letzteren die Bildung begeißelter Schwärmer zugunsten der Bildung amöboid austretender Keime völlig zurückgebildet wurde. (Vielleicht *Rhizochloris*, *Stipitococcus*?)

Dafür könnte der Umstand ausgewertet werden, daß auch bei *Myxochloris* die Bildung der Schwärmer nicht immer erfolgt: in vielen Fällen treten die Keime gar nicht mehr als geißelbewegliche Schwärmer aus, sondern gleich als kleine Amöben.

Für die plasmodiale Ausbildung von *Myxochloris* ist die Bildung großer, vielkerniger Cysten beobachtet worden: ein ganzes großes Plasmodium umgibt sich mit einer derben Haut, worauf nach einer Zeit der Inhalt entweder in der Form kleiner Teilplasmodien oder einkerniger Amöben und Schwärmer austritt. Diese großen, vielkernigen Cysten erscheinen wie eine Sonderbildung der vielkernigen plasmodialen Ausbildungen überhaupt. Sie finden sich bei den plasmodialen Ausbildungen anderer Algenreihen (*Myxochrysis* unter den Chrysophyceen) wieder. Funktionell entsprechen sie völlig den Riesencysten einiger Tribonemataceen (siehe diese!).

Im allgemeinen ist die Entwicklungsgeschichte der Rhizochloridinen recht wenig bekannt. Genau studiert ist eigentlich nur *Myxochloris* (Pascher 1930).

Über die Lebensweise sind wir nur bei wenigen Rhizochloridinen unterrichtet. *Rhizochloris* und *Rhizolekane*, dann *Chlorarachnion*, alle erst ein einziges Mal beobachtet, sind marin. Die anderen Formen sind aus dem Süßwasser beschrieben.

Freilebend sind *Rhizochloris* und *Chlorarachnion*. Epiphyten auf verschiedenen Algen sind *Stipitococcus* und *Rhizolekane*. Erstere lebt auf verschiedenen Süßwasseralgen, letztere auf marinen Vaucherien, vielleicht auch auf marinen Cladophoren.

Am eigenartigsten lebt *Myxochloris* Pascher. Sie ist ein Endophyt, der in den Wasserzellen von *Sphagnum*-Blättern

lebt und diese oft völlig ausfüllt. Bemerkt sei bereits hier, daß *Myxochloris* eine große Ähnlichkeit mit *Chlamydomyxa* (siehe S. 268) hat.

Die Rhizochloridinen wiederholen im großen und ganzen die rhizopodialen Organisationen anderer Algenreihen. Sie entsprechen völlig den Rhizochrysidinen unter den Chrysophyceen und Rhizodininen über den Dinophyceen. Bemerkt sei, daß sich die bis in die Einzelheiten gleichenden Formausbildungen auch bei den Rhizochrysidinen finden. *Rhizochloris* ist völlig konvergent *Chrysamoeba* unter den Rhizochrysidinen, *Stipitococcus* entspricht annähernd *Rhizaster* oder *Stylococcus*. *Chlorarachnion* GEITLER mit seinen Netzen entspricht völlig der Rhizochrysidine *Chrysarachnion* PASCHER, und auf die weitgehende Übereinstimmung zwischen *Myxochloris* und *Myxochrysis* wurde bereits oben hingewiesen.

Die Zahl der Formen wird sich bei eingehenderem Studium der Algenflora des Süß- wie Salzwassers bestimmt noch erhöhen. Da sie meist sehr unscheinbar und schwer zu beobachten sind, werden sie meist übersehen.

Die Klasse der Rhizochloridinen umfaßt derzeit eine einzige Ordnung

Rhizochloridales PASCHER 1931.

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. (B) **1931**, 324. — DANGEARD, P., Traité d'Algol. **1933**, 111. — SMITH, Freshwat. Alg. USA. **1933**, 143.

Mit den Merkmalen der Klasse (siehe S. 236).

Bestimmungsschlüssel der Familien und Gattungen der Rhizochloridales.

I. Einzeln lebende und einkernige Ausbildungen.

1. Kleine einkernige, mit Chromatophoren versehene (vielleicht auch farblose) rhizopodiale Formen, nackt oder mit Gehäuse *Rhizochloridaceae.*

A. Nackte Formen . . . . . *Rhizochlorideae.*
eine Gattung . . . . . **Rhizochloris 1.**

B. Der rhizopodiale, meist mit Chromatophoren versehene Organismus lebt in einem zarten, gestielten oder ungestielten Gehäuse *Stipitococceae.*

a) Gehäuse mit einem zarten Stiel versehen **Stipitococcus 2.**

b) Gehäuse schalenförmig, ungestielt, mit breiter Basis aufsitzend . . . . . **Rhizolekane 3.**

II. Netzartig durch Plasmastränge verbundene, kleine, einkernige Amöben oder vielkernige, durch Fusion sich vergrößernde Amöben bzw. Fusionsplasmodien.

1. Viele kleine, einkernige Amöben, durch Plasmastränge netzartig zu Filarplasmodien verbunden . . . . . *Chlorarachniaceae.*
   Einzige Gattung . . . . . **Chlorarachnion 4.**

2. Im entwickelten Zustande vielkernige, plasmodiale, amöbenartige Organismen (die vorherrschend in den Wasserzellen von *Sphagnum* leben). . . . . *Myxochloridaceae.*
   Einzige Gattung[1]) . . . . . **Myxochloris 5.**

Rhizochloridaceae Pascher 1931.

Pascher, Beih. Bot. Centralbl. **48**, Abt. 2 (1931) 324.

Diese Familie umfaßt jene Rhizochloridinen, die in der Form nackter, einkerniger, mit Chromatophoren versehener Amöben leben. Vermehrung, soweit beobachtet, durch direkte Teilung der amöboiden Stadien. Bildung begeißelter Stadien noch nicht gesehen. Ebensowenig Sporenbildung.

Bis jetzt mit Sicherheit nur eine einzige marine Gattung beobachtet, die aber trotz des Mangels an Schwärmern und der Kenntnis der Sporen sich durch die Beschaffenheit der Chromatophoren, der Reservestoffe und des Plasmas als Heterokonte erweist. Neben dieser noch eine weitere, wenig bekannte Form, die im Anhang zum systematischen Teile behandelt werden wird.

Rhizochlorideae

Nackte, nicht in Gehäusen und dabei einzeln lebende Formen.

1. Rhizochloris Pascher 1918, 1928 (Fig. 156, 157).

(ῥίζα = Wurzel, χλωρηίς = grünlichgelb.)

Pascher, Arch. Prot. **38** (1918) 31; ebenda **77** (1932) 312.

Einzeln lebender, einzelliger, völlig amöboider Organismus. Zelle in der Form einer kleinen Amöbe lebend, die fast *Limax*-artige, breite Pseudopodien oder bei einer wenig bekannten Art langstrahlige Axopodien-artige Rhizopodien ausbildet und sich in der Weise bewegt, daß sie förmlich als Ganzes nach einer Seite stürzt. Ektoplasma relativ schmal. Im Protoplasma kleine, scheibchenförmige Chromatophoren in verschiedener Zahl, mei-

[1]) Vgl. Anhang: *Chlamydomyxa* S. 268.

stens 3–10. Vakuolen bei der marinen Form fehlend, Öl- und Fetttropfen und außerdem stark lichtbrechende, glänzende Ballen, die möglicherweise Leukosin darstellen. Kern in seiner Lage nicht beobachtet. Ernährung durch Aufnahme verschiedener Organismen in die Pseudopodien (meist kleine Diatomeen, Bakterien, Cryptomonaden, Chlamydomonadinen). Vermehrung durch direkte Zweiteilung. Zellen manchmal nach der Teilung durch Plasmabrücken verbunden bleibend. Schwärmerstadien nicht beobachtet, ebensowenig Cysten. Künstliche Gattung.

Zwei Arten bekannt:

Viele Chromatophoren, kein Stigma, meist plumpe Pseudopodien: **Rhizochloris mirabilis 1.**

Wenige Chromatophoren, deutliches Stigma, auch Rhizopodien: **Rhizochloris stigmatica 2.**

1. Rhizochloris mirabilis Pascher 1917 (Fig. 155).

Pascher, Arch. Prot. **38** (1918) 31 (ohne Diagnose); ebenda **77** (1932) 313.
Abb.: Pascher a. a. O. **38**, S. 31, Fig. 27; ebenda **77**, 313, Fig. 4.

Amöbe *Limax*-artig, mit breiten, oft einseitigen Pseudopodien. Bei der Bewegung fällt die Amoebe förmlich als Ganzes nach einer Seite. Keine kontraktilen Vakuolen. Chromatophoren 6–10, sehr zart, scheibchenförmig, manchmal muldig, oft gedreht, in der Form blaßgrüner, sehr dünner Plättchen, die keine bestimmte Lage haben, aber immer leicht binnenständig sind. Im Plasma viele, stark lichtbrechende, glänzende Ballen, die möglicherweise Leukosin sind. Daneben glänzende, große Öltropfen.

Vermehrung durch direkte Zweiteilung, wobei die Tochterzellen manchmal noch längere Zeit durch eine Plasmabrücke verbunden bleiben. Andere Stadien, Schwärmer, Palmellen oder Sporen nicht mit Sicherheit beobachtet. Palmellen aber wahrscheinlich. Die gesehenen Stadien ließen sich nicht mit aller Sicherheit auf *Rh. mirabilis* zurückführen.

Ernährung auch animalisch durch Aufnahme von verschiedenen Algen (kleine Diatomeen, Chlamydomonadinen, Cryptomonadinen, doch auch Blaualgen und Bakterien).

Amöbe 12 μ–18 μ messend, manchmal viel größer. Adriaschlamm: Grado.

Dieser merkwürdige Organismus ist als eine Rhizochloridale, also als eine der Organisationen der Heterokonten aufzufassen, die ihr vegetatives Leben vollständig im rhizopodialen Stadium verbringt. Vermittelt erscheint *Rhizo-*

chloris dadurch, daß es eine Reihe von Heterochloridalen gibt, deren Protoplast amöboid werden kann. Ich verweise hier auf *Chloramoeba* BOHLIN, *Ankylonoton* und vor allem auf die marine *Heterochloris*, bei der monadoide und rhizopodiale Organisation abwechselnd an einem und demselben Individuum auftreten kann und die unter Geißelverlust so völlig amöboid wird, daß sie ohne Kenntnis der geißeltragenden Ausbildung

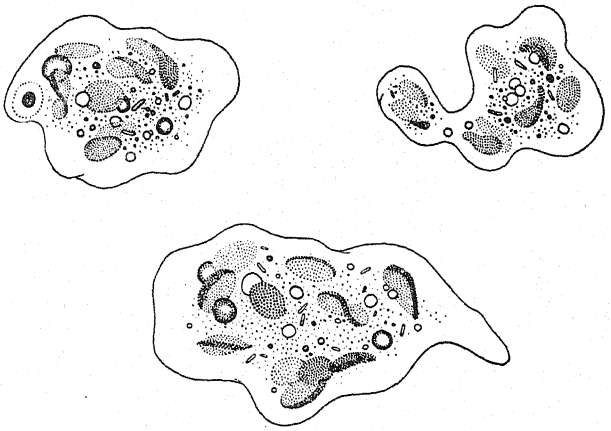


Fig. 155. *Rhizochloris mirabilis:* Zellen in verschiedenen Stadien.

ebenfalls als völlig amöboid gewordene Heterochloridale aufgefaßt werden könnte. Während aber bei *Heterochloris* die monadoide Organisation vorherrscht, konnte ich bei *Rhizochloris* niemals geißeltragende Stadien finden und muß annehmen, daß die rhizopodiale Organisation für sie charakteristisch ist.

2. **Rhizochloris stigmatica** PASCHER 1932 (Fig. 156, 157).

PASCHER, Arch. Prot. 77 (1932) 314.

Abb.: PASCHER, a. a. O. Fig. 5, S. 314; Fig. 6, S. 315.

Chromatophoren relativ groß, 3–4, manchmal sehr ungleich. Einer besitzt am vorderen Rande ein deutliches kleines, etwas schwärzliches Stigma. Pseudopodien zwar auch breit und plump, doch sehr häufig in lange Rhizopodien ausgehend, die lebhaft strömende Bewegung zeigen. Eine(?), vielleicht zwei kontraktile Vakuolen. Große, manchmal kristalloide Körper vorhanden.

Nach der Teilung bleiben die Tochterzellen einer oder zweier Teilungsfolgen durch kurze, oft feine Plasmabrücken miteinander verbunden, bilden kleine Nester und platten sich dabei polygonal ab. Die einzelnen Zellen haben dann nur zentrifugal die Rhizopodien entwickelt. Auf diese Weise entstehen kleine, unregelmäßige Grüppchen, deren Zellen wahrscheinlich nicht alle in einer Ebene angeordnet sind. An den Rhizopodien strömende Plasmabewegung. Aufnahme von Bakterien und kleinen Algen beobachtet. Zellen 12 μ–14 μ.

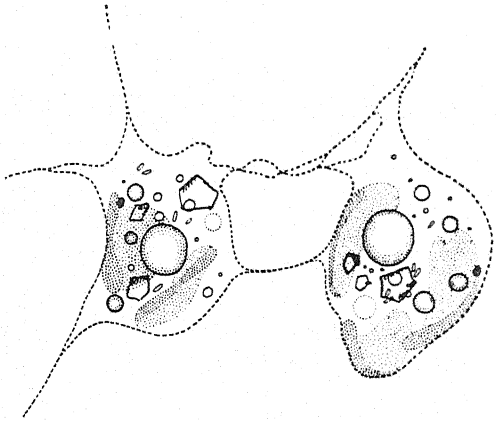


Fig. 156. *Rhizochloris stigmatica:* Zwei Zellen, durch Plasmafäden verbunden. In den Zellen „Eiweiß"-kristalle.

Vorkommen: Süßwasserform, die leider nur ein einziges Mal in den oft mächtig ausgebreiteten *Rhizoclonium*-watten des Hirschberger Großteiches (Einserzipf, auch in den kleinen mit Wasser gefüllten Randtümpeln) gefunden wurde (1930).

Diese *Rhizochloris*-art ist bis jetzt die einzige Rhizochloridine, bei der ich „Eiweiß"kristalle in größerer Menge sehen konnte. Da Eiweißkristalle bis jetzt nur bei behäuteten Heterokonten festgestellt wurden, so lag die Annahme nahe, daß sie nur bei ausgesprochen holophytisch lebenden Formen gebildet werden. Die „Eiweiß"kristalle erreichen hier manchmal eine bedeutende Größe und Zahl und können fast ein Viertel der ganzen Zelle ausfüllen.

Rhizochloris stigmatica kommt durch ihre Nesterbildung und durch die Plasmastränge, welche die einzelnen Zellen zusammenhalten, einer anderen Heterokonte: *Chlorarachnion* (siehe S. 252) nahe, unterscheidet sich aber, abgesehen von dem verschiedenen Vorkommen, schon dadurch, daß die Chromatophoren von *Chlorarachnion* Pyrenoide besitzen. Ähnliche Nester amöboider Zellen bilden auch verschiedene Chrysophyceen, vor allem *Rhizochrysis*. Doch sind nach den bisherigen Angaben die einzelnen Zellen von *Rhizochrysis* in den Nestern

durch Plasmastränge nicht verbunden. Da speziell in stark sauren Gewässern die braunen Chromatophoren von Chrysophyceen häufig deutlich grün werden, ist es nicht ausgeschlossen, daß solche sekundär grüne *Rhizochrysis*-Nester für *Rhizochloris* gehalten werden können.

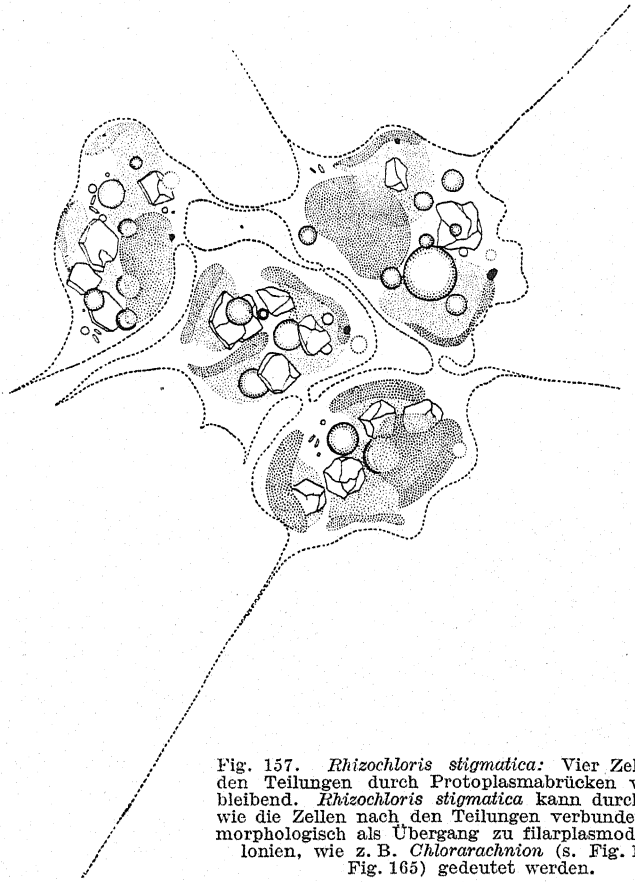


Fig. 157. *Rhizochloris stigmatica:* Vier Zellen, nach den Teilungen durch Protoplasmabrücken verbunden bleibend. *Rhizochloris stigmatica* kann durch die Art, wie die Zellen nach den Teilungen verbunden bleiben, morphologisch als Übergang zu filarplasmodialen Kolonien, wie z. B. *Chlorarachnion* (s. Fig. 162 bis Fig. 165) gedeutet werden.

Stipitococceae.

Im vegetativen Leben vorherrschend rhizopodiale Heterokonten, bei denen aber die Protoplasten nicht nackt sind, sondern in einem zarten gestielten oder ungestielten Gehäuse leben.

Diese Gruppe von Rhizochloridinen hat ihre Parallele in ganz ähnlichen gehäusetragenden rhizopodialen Chrysophyceen,

die ungemein formenreich sind und mannigfache Einrichtungen für den Fang und die Aufnahme organischer Körper besitzen (*Rhizaster*, *Stylococcus* usw., siehe Chrysophyceen). Von den beiden bis jetzt bekannten Gattungen sitzt bei der einen das schüsselförmige Gehäuse mit breiter Basis dem Substrat auf (*Rhizolekane*, S. 249) oder ist kürzer oder länger zart gestielt (*Stipitococcus*, S. 244).

2. Stipitococcus W. et G. S. West 1898 (Fig. 158–160).

(stipes = Stiel, Stift; coccum = das Korn.)

West, W. et G. S., Journ. of Bot. **36** (1898) 336; Treat. Brit. F. Alg. **1904**, 250. — West u. Fritsch, Treat. 2. Aufl. (1927) 301. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Anstalt. **23**, Nr. 3 (1905), 98. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 26. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 480.

Spezielle Arbeit Poulton, E. M., New Phytol. **29** (1930) 5–10.

Kleine rhizopodiale Heterokonten, die in einem zarten Gehäuse leben, das meist länger als breit ist und mittels eines zarten Stieles, der basal, wenigstens soweit beobachtet, deutlich oder nur wenig scheibchenförmig verbreitert ist, verschiedenen Algen, oft Zygnemalen aufsitzt. Gehäuse eiförmig bis ellipsoidisch, gerade abgeschnitten, nach vorne verschmälert oder unter Umständen wieder erweitert, farblos. Im Gehäuse lebt der Protoplast, der, im entwickelten Zustande geißellos und völlig rhizopodial, Pseudopodien oder Rhizopodien in größerer oder geringerer Anzahl über das Gehäuse heraus hervorstreckt. Animalische Nahrungsaufnahme erst bei einer Art beobachtet, doch auch bei den anderen wahrscheinlich. Im Protoplasten ein oder zwei zarte, plättchenförmige Chromatophoren von gelblichgrüner Farbe. Im Vorderende des Protoplasten zumindestens eine kontraktile Vakuole. Bei einer Art ein Stigma beobachtet (*St. urceolatus*). Vermehrung bei einer Art in der Weise beobachtet (*St. vas*), daß der Protoplast sich nach Längsteilung in zwei Schwärmer umwandelt, die nach einiger, oft sehr kurzer Zeit des Schwärmens sich festsetzen und entweder sofort amöboid werden oder die Geißel behalten, aber immer ein Verfestigungspseudopodium ausbilden, aus dem ein Zellulosestiel abgeschieden wird. Nach Herstellung des Stieles wird das Gehäuse gebildet. Sofern bis dahin die Geißeln erhalten geblieben sind, werden sie jetzt reduziert und der Protoplast wird amöboid.

Poulton gibt 1930, S. 6 und 7 einen Vorgang an, den ich nach der Beschreibung nicht ganz verstehen kann. Nach ihr würden aus dem Protoplasten anscheinend mehrmals hintereinander kleine Schwärmer entlassen, die gewissermaßen aus den Protoplasten austreten. Sie bildet auch ein Stadium ab, in dem gewissermaßen innerhalb des Protoplasten 3 Schwärmer eingezeichnet sind. Die Schwärmer würden zunächst von einer Blase umhüllt ausgestoßen werden, um dann mit ihren beiden ungleichen Geißeln herumzuschwärmen. Ich kann diesen Vorgang nicht deuten und habe den Eindruck, daß Erscheinungen zweier verschiedener Vorgänge hier miteinander kombiniert wurden. Möglicherweise handelt es sich um Sprossungsvorgänge?

Bei zwei Arten (*St. vas* und *St. urceolatus*) kann es auch dazu kommen, daß der Protoplast nach Rückbildung der Rhizopodien wieder die beiden Geißeln entwickelt und als Schwärmer abgeht.

Für *St. urceolatus* wird angegeben, daß die Rhizopodien in eigenartiger Weise vibrieren (Poulton). Ich vermag nicht zu sagen, ob das ein normaler Vorgang ist. Ich sah ähnliches Vibrieren der Rhizopodien nie an frischem Material einer anderen Art, sah es aber sehr häufig an Material, das durch längere Beobachtung geschädigt war.

Sehr wenig bekannte, z. T. höchst unsichere Gattung, die ihre Stellung im System sehr gewechselt hat und deshalb, weil sie ihr vegetatives Leben geißellos und in rhizopodialer Ausbildung verbringt, von mir zu den Rhizochloridinen gestellt wurde. Die Gattung wird wohl aufzulösen sein, sobald die beiden ganz unklaren Arten *St. Lauterbornei* und *St. urceolatus* morphologisch einigermaßen geklärt sind. Die beiden genannten Arten stellen wohl verschiedene Organisationen dar.

Animalische Ernährung konnte ich bei einer Art sicher beobachten. Kleine Bakterien bleiben kleben, werden aufgenommen und verdaut.

Derzeit drei (z. T.) sehr unsichere Arten bekannt):

I. Gehäuse an der Mündung nicht verengt.
   1. Gehäuse nach vorn gleichmäßig verbreitert, am gerade abgeschnittenen Rande am breitesten. Lang gestielte Form . . . . . **St. vas *1*.**
   2. Gehäuse mehr eiförmig, nach vorne verschmälert und dann meist wieder zur Mündung etwas erweitert. Kurz gestielte Form **St. urceolatus *2*.**

II. Gehäuse eiförmig bis ellipsoidisch, nach vorn zur engen Mündung verschmälert. Lang gestielte Form . . . . . **St. Lauterbornei *3*.**

Es gibt auch noch andere, wenig bekannte Formen, die auf *Microspora* und *Tribonema* sowie gewissen, dickwandigen Bulbochaeten und Oedogonien sitzen. Siehe Nachtrag.

1. Stipitococcus vas PASCHER 1932 (Fig. 158).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 317. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 480.

Abb.: PASCHER, ebenda (1932), Fig. 8, 318.

Gehäuse mit einem ca. eineinhalb mal so langen, sehr zarten, oft gekrümmten Stiel festsitzend, am Grunde eiförmig und dann fast geradlinig und gleichmäßig erweitert, wobei der Rand gelegentlich etwas ausgebogen ist. Gehäuse ca. eineinviertel mal so lang als breit und vorne gerade abgeschnitten. Gehäuse manches Mal etwas schief. Protoplast ohne Stiel direkt der Innenseite des Gehäuses ansitzend, mit seinem Vorderende meist leicht über das Gehäuse hervorragend, mit mehreren (2–7) zarten, in Gestalt und Länge wechselnden, etwas aufwärts abstehenden Rhizopodien versehen. Gelegentlich derbe Pseudopodien gebildet. Nahrungsaufnahme beobachtet. Chromatophor zart, mulden- bis bandförmig, mit kleinem, deutlichen Stigma, doch ohne Pyrenoide, oft sehr blaß. Eine kontraktile Vakuole im Vorderende des Protoplasten. Vermehrung beobachtet. Teilung, worauf sich einer oder beide Teile als Schwärmer mit zwei ungleichen Geißeln (Hauptgeißel bis viermal so lang als die Nebengeißel) aus dem Gehäuse abschwärmen. Sporen nicht beobachtet.

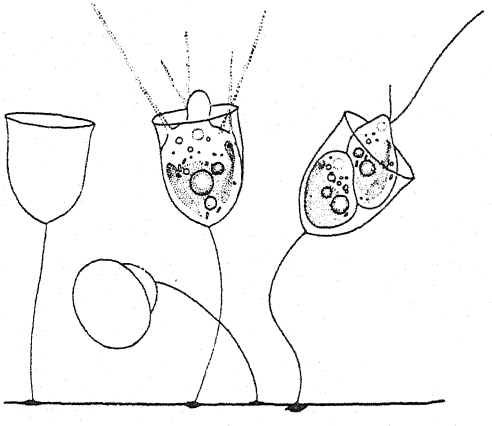


Fig. 158. *Stipitococcus vas.* Zwei leere Gehäuse, in einem Gehäuse der Protoplast mit Rhizopodien und derben zentralen Pseudopodien, im vierten Gehäuse der Protoplast in Teilung; der eine Protoplast bereits als Schwärmer mit zwei ungleichen Geißeln austretend.

Gehäuse bis 12 μ lang (ohne Stiel), 6–8 μ breit. (Auch eine kleinere Form.)

Vorkommen: Auf einer kleinen *Mougeotia* und auf einer großen *Bulbochaete* sitzend, deren Zellen eine leichte Gallerthülle hatten. Gräben beim Marienteich in Hirschberg i. B. (1927).

2. Stipitococcus urceolatus W. et G. S. West 1898 (Fig. 158).

W. et G. S. West, Journ. of Bot. **36** (1898) 336. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Anst. **23**/3 (1905) 98. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 27. — Fritsch et West, Treat., II. Aufl. (1927) 301. — Poulton, New. Phyt. **29** (1930) 5–10. — Schmidle, Hedwigia **1902**, 151. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 480.

Abb.: W. et G. S. West a. a. O. (1898). — Heering a. a. O., Fig. 2 b, c. — Pascher a. a. O. (1925) Fig. 15, S. 27. — West et Fritsch a. a. O. (1927) Fig. 123, S. 301; alles Kopien nach West (1898). — Poulton a. a. O., (1930) Fig. 1 A–P, S. 7.

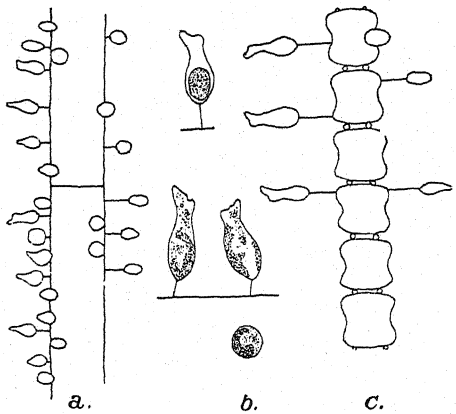


Fig. 159. *Stipitococcus urceolatus: a Mougeotia; c Sphaerozosma*-Fäden mit radiär abstehenden Zellen von *St. urceolatus* besetzt. Bei *b* drei Zellen von der Seite und eine von oben (nach West).

Gehäuse kurz bis etwas länger gestielt, mit deutlichem Haftscheibchen, an der Basis abgerundet bis verschmälert spitzig, dann nach vorn eiförmig verschmälert und schließlich wieder etwas verbreitert, nur selten an der Mündung etwas zusammengezogen; vorne gerade oder schief abgeschnitten, wobei der Rand sehr ungleich sein kann. Der vom Protoplastenvorderende freie Teil des Gehäuses vielleicht unregelmäßig runzlig und faltig. Protoplast mit einem zarten gelbgrünen Chromatophoren, der einen blaßroten Augenfleck trägt (fraglich). Kein Pyrenoid. Über die kontraktilen Vakuolen liegen keine Angaben vor. Vom Vorderende des Protoplasten gehen, wenn er völlig rhizopodial ist, mehrere zarte Rhizopodien leicht divergierend nach vorne. In manchen Fällen scheint der Geißelapparat lange erhalten zu bleiben. Schwärmer beobachtet (Poulton 1930). Hauptgeißel der Schwärmer zwei- bis dreimal so lang als die Nebengeißel und annähernd dreimal so lang als der Protoplast. Gelegentlich tritt der Protoplast ungeteilt als Schwärmer aus.

Gehäuse 6–11 μ lang, 3–4 μ breit, wobei der Stiel bis 12 μ messen kann.

Vorkommen: Bis jetzt mit Sicherheit nur aus England und den Hebriden auf *Mougeotia* und *Sphaerozosma* und aus Nordamerika (Poulton).

Ich kann den vorliegenden Beschreibungen nicht entnehmen, wie der Organismus gebaut ist. Nach den Angaben WESTS und POULTONS könnte man schließen, als sei zunächst eine geschlossene Zelle vorhanden, die distal unregelmäßig aufbricht, und daß auf diese Weise die vordere Gehäusemündung entstünde. Das wäre ein ganz ungewöhnlicher Vorgang, der bis jetzt bei keiner gehäusetragenden Form beobachtet wurde, so daß ich meine, es liegen hier Beobachtungsfehler vor. Jedenfalls verhält sich die von mir studierte Art *St. vas* anders, hier handelt es sich um genau dieselbe Gehäusebildung, wie wir sie an den konvergenten Formen der Rhizochrysidinen kennen. Vielleicht werden von den einzelnen Autoren ganz verschiedene, äußerlich konvergente Organismen als *St. urceolatus* bezeichnet, die z. T. gar nichts mit den Heterochloridinen und vielleicht überhaupt nichts mit den Heterokonten zu tun haben.

3. Stipitococcus Lauterbornei SCHMIDLE 1902 (Fig. 159).

SCHMIDLE, Hedwigia **1902**, 151. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Anst. **23**/3 (1905) 99. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1927) 27.

Abb.: SCHMIDLE a. a. O., Fig. a 1, S. 151 (1902). — HEERING a. a. O., Fig. 2 a, S. 98 (1905). — PASCHER a. a. O. **11** (1927) 27, Fig. 14. Kopien nach SCHMIDLE.

Gehäuse lang gestielt, spindelförmig, basal rasch in den langen zarten Stiel verschmälert, der bis zweimal so lang als das Gehäuse sein kann. Gehäuse nach vorn verschmälert, mit kleiner Öffnung, durch die ein langes, feines, formveränderliches Rhizopodium hervorragt. Protoplast annähernd in der Mitte des Gehäuses, Chromatophoren deutlich, wahrscheinlich nur einer. Über die kontraktilen Vakuolen keine Angaben.

Gehäuse 5–8 μ lang, 3–5 μ breit. Stiel 5–16 μ lang.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Deutschland; in der Schleimhülle von *Hyalotheca mucosa*.

Stipitococcus Lauterbornei sieht dem *Stylococcus aureus* sehr ähnlich und ich halte es gar nicht für ausgeschlossen, daß tote *Stylococcus aureus*-Zellen, deren braune Chromatophoren ergrünt sind, gelegentlich für *Stipitococcus* gehalten werden.

HERRING bildet am angegebenen Orte S. 98, Fig. 3, noch einen langgestielten Organismus mit kleinen, elliptischen bis birnförmigen Zellen ab, die einen deutlichen, kleinen, gelbgrünen Chromatophoren hatten. Der Organismus saß auf den Fäden

der *Hyalotheca dissiliens* auf. Geöffnete Zellen sah HEERING nicht. Er spricht den Organismus als *Stipitococcus urceolatus*? an. Ich glaube, es handelt sich hier um eine Chlorotheciacee.

Die Beschreibungen und vor allem die Figuren sind sowohl von *Stipitococcus urceolatus* wie *St. Lauterbornei* so unklar, daß man Bedenken darüber haben kann, ob bei diesen Arten nicht ganz andere Organisationen vorliegen. Vor allem gibt der eigenartige Vorderteil von *Stipitococcus urceolatus* infolge der Unklarheit der Darstellungen sehr zu denken. Auch die rhizopodiale Natur des apikalen Fadens von *Stipitococcus urceolatus* ist nicht sichergestellt. Sollten spätere Untersuchungen die rhizopodiale Natur der beiden hier genannten Arten nicht erweisen, so müßte *Stipitococcus vas* zum Vertreter einer eigenen Gattung gemacht werden (*Stipitochloris vas* PASCHER in sched.).

Fig. 160. *Stipitococcus Lauterbornei* nach SCHMIDLE).

3. Rhizolekane PASCHER 1932 (Fig. 161).

(ῥίξα = Wurzel, λεκάνη = Schüssel.)

PASCHER, Arch. Prot. **77**. (1932) 316. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 480.

Der amöboide bzw. rhizopodiale Protoplast lebt in einem zarten, mit breiter Basis flach aufsitzenden Gehäuse, das schüssel- bis schalenförmig, kaum halb so hoch wie breit und von oben gesehen annähernd kreisrund ist. Der Rand ist gelegentlich etwas trichterig, manchmal sogar einseitig erweitert. Am Grunde ist das Gehäuse derber, durch Eisenoxydhydrat-Auflagerung manchmal braun verfärbt und an der Basis oft von einem weiten, braunen Eisenhofe umgeben. Meist ist das Gehäuse sehr zart und farblos, nur manchmal ist es bis zum Rande leicht gelblich. Der Protoplast liegt dem Gehäuse an der Basis dicht an und ist nicht gestielt, er liegt auch dem unteren Teil der Seitenwände an, ragt aber mit seiner vorderen Fläche meist deutlich bis weit über das Gehäuse empor. Die Vorderfläche der Protoplasten ist ungemein formveränderlich und in lebhafter Bildung von langen, manchmal verzweigten Rhizopodien begriffen, die zu zweit bis ca. 10 oder 11 gebildet werden und deutlich, wenn auch oft ungleichmäßig, nach aufwärts divergieren. Daneben werden

auch, wahrscheinlich durch chemotaktische Reize ausgelöst, oft mächtige Pseudopodien gebildet. Nahrungsaufnahme in das strömende Plasma der Rhizopodien wurde nicht beobachtet, ist aber mit Sicherheit anzunehmen. In die plumperen Pseudopodien können größere Organismen, Flagellaten oder Diatomeen aufgenommen und verdaut werden. In ganz seltenen Fällen scheint die ganze Vorderfläche des Protoplasten zu einem einzigen Pseudopodium zu werden, auch kann ein größerer Organismus förmlich in das Vorderende des Protoplasten einsinken, um dann vom Protoplasten überdeckt und verdaut zu werden.

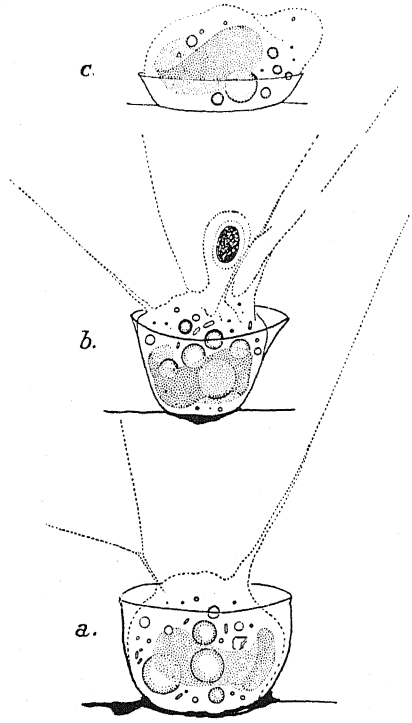


Fig. 161. *Rhizolekane sessilis: a, b* ausgewachsene Zellen mit schief nach oben divergierenden Rhizopodien. Bei *b* ein mächtiges Pseudopodium mit einer Nahrungsvakuole, in der eine Grünalge verdaut wurde; *c* junges Individuum mit noch unfertigem Gehäuse.

Protoplast auffallend glashell, mit einem einzigen, meist mehr binnenständigen, manchmal sehr blassen Chromatophoren, der unregelmäßig bandförmig aber relativ kurz ist. Gelegentlich kann der Chromatophor in zwei oder mehr kleinere Partien zerteilt werden, die manchmal noch durch zarte Stränge zusammenhängen. Kein Stigma und kein Pyrenoid. Als Reservestoff nur Fette und Öle, doch kein Leukosin beobachtet.

Vermehrung, auch Teilungsstadien, nicht gesehen. Ebensowenig Sporen oder andere Ausbildungen.

Eine einzige Art:

Rhizolekane sessilis Pascher 1932 (Fig. 160).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 317.

Abb.: Pascher a. a. O., Fig. 7, S. 316.

Mit den Merkmalen der Gattung. Gehäuse 12–15 μ breit, bis 8 μ hoch.

Vorkommen: In wenigen Exemplaren beobachtet: im Wattenmeere bei Kampen auf Sylt am Einfluß eines Marschgrabens, so daß das Wasser bei Flut ausgesprochenes Seewasser ist, bei Ebbe aber brackig wird. Auf einer nicht fruchtenden *Vaucheria*, die an diesen Stellen in großen Mengen den Boden des Watts überzog.

Rhizolekane hat in bezug auf die Gehäusebildung unter den gehäusetragenden rhizopodialen Ausbildungen der anderen Algenreihen und auch unter den farblosen, rhizopodialen Flagellaten nach unserer derzeitigen Kenntnis keine Parallele. Derartige flache, schüsselförmige Gehäuse sind noch bei keiner anderen rhizopodialen Alge beschrieben. In bezug auf Rhizopodien und Pseudopodienbildung, die infolge der Gehäusebildung auf die Vorderfläche bzw. den Vorderrand beschränkt ist, kennen wir ähnliche Ausbildungen. Es sei hier nur auf die Gattungen *Brehmiella*, *Rhizaster*, *Cyrtophora*, *Pedinella* und *Palatinella* unter den Rhizochrysidinen verwiesen.

Leider war es nicht möglich, den Bau der Gehäusewand von *Rhizolekane* zu untersuchen. Es wäre vom größten Interesse festzustellen, ob hier das Gehäuse ebenfalls durch fingerlingartig ineinandersteckende, sich überhöhende Zuwachsstücke so zusammengesetzt wird, wie die Gehäuse der Chrysomonaden und Rhizochrysidinen oder die Membran von *Tribonema* oder *Ophiocytium*.

Chlorarachniaceae.

Filarplasmodiale Kolonien nackter, *Rhizochloris*-artiger, mit Chromatophoren versehener Amöben, welche durch netzartig verbundene Filopodien zusammenhängen.

Übergänge zu solchen filarplasmodialen Ausbildungen ergeben sich durch die Tatsache, daß bei den einzeln lebenden, nackten Rhizochloridinen die Zellen nach der Teilung manchmal eine Zeitlang durch Plasmastränge verbunden bleiben (siehe *Rhizochloris stigmatica*, Fig. 156, 157, S. 242–243).

Die Gruppe der Chlorarachnien ist in ihrer Zugehörigkeit zu den Heterokonten nicht ganz gesichert, da die Schwärmerstadien und die Sporen noch nicht bekannt sind. Nach der derzeitigen Kenntnis und nach der Meinung des Autors der Gattung kann die Einstellung bei den Heterokonten als die derzeit bestmögliche vorgenommen werden.

Einzige Gattung:

4. Chlorarachnion Geitler 1930 (Fig. 162–165).

(χλωρός = grün, ἀράχνιον = Spinnennetz.)

Geitler, Arch. Prot. **69** (1930) 634.

Nackte, einkernige mit grünen Chromatophoren versehene Amöben, die durch Plasmastränge zu flächig netzigen Filarplasmodien verbunden sind. Zellen etwas abgeplattet. Chromatophoren mehrere, doch in ihrer Zahl nicht bestimmt (3–9,

Fig. 162. *Chlorarachnion reptans:* Teil (Randpartie) einer Kolonie. Die Zellen durch Plasmastränge verbunden und auf einer Seite lange, verzweigte Filopodien entwickelnd, die netzartig verbunden sind und in denen aufgenommene Organismen verdaut werden (nach Geitler).

vielleicht auch mehr), gelbgrün, plättchenförmig und leicht gebogen, mehr oder weniger wandständig. Jedem Chromatophorenplättchen liegt auf der Innenseite ein fast linsenförmiges Pyrenoid an, das bereits im Leben durch seine Lichtbrechung deutlich ist und sich relativ leicht färbt. Kern oft schon im Leben deutlich. Kontraktile Vakuolen fehlend. Derartige isodiametrische bis einseitig entwickelte Zellen sind durch lange, feine Pseudopodien netzartig verbunden, wobei bis

150 Zellen vereinigt sind. Die Stränge ziehen in verschiedenen Höhen und sind durch reichliche Quer- oder Schrägverbindungen netzartig im Zusammenhang. Die Stränge sind dort, wo die grünen Zellen mehr gehäuft sind, kürzer, verlängern sich aber ungemein an den Randpartien, so daß die Netze von einem weiten, meist etwas einseitigen Hofe langer, netzig verbundener Plasmastränge bzw. Rhizopodien umgeben sind. Diese Plasmastränge können sehr fein sein, sind aber auch

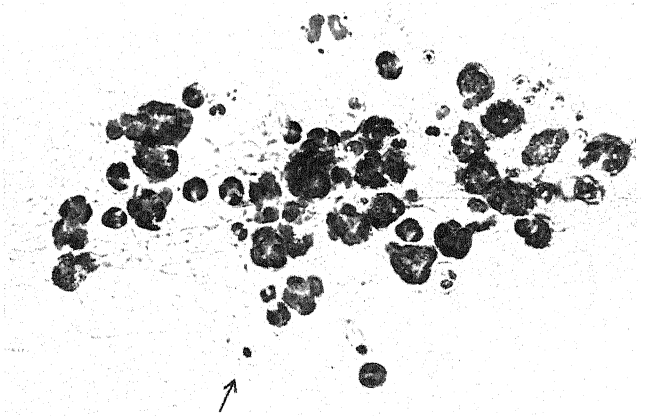


Fig. 163. *Chlorarachnion reptans:* Teil einer Kolonie, mit zahlreichen Zellen, Filopodien deutlich, aufgenommene Diatomeen ebenfalls deutlich. Zwischen den *Chlorarachnion*-Zellen liegen vereinzelt die Zellen einer marinen Chrysocapsale (nach GEITLER).

stellenweise mit Plasma-Anreicherungen versehen, besonders an den abzweigenden Stellen der Anastomosen. Die Formveränderung dieser verzweigten Filopodien ist stetig, sie ist an den peripheren, sehr langen und reich verzweigten Filopodien viel größer als innerhalb der Ansammlung der amöboiden Zellen. An den Filopodien ist deutliche Plasmaströmung zu beobachten. Das ganze Netz ist imstande, auf diese Weise den Ort zu verändern und zu kriechen, wobei sich die Ortsveränderung weniger auf die gesamte Kolonie als vielmehr auf die Zellen innerhalb der Kolonie und auf die Randfilopodien bezieht.

Ernährung sicher auch animalisch dadurch, daß kleine Algen (Diatomeen, Flagellaten, Algenschwärmer, seltener Bakterien) von den Pseudopodien umschlossen werden. Die gefangenen beweglichen Zellen werden weder gelähmt noch bleiben

sie kleben. Ebensowenig erfolgt eine gerichtete Bewegung des Pseudopodiumnetzes zur Beute hin. Bemerkt sei, daß die Filopodien niemals Chromatophoren führen.

Vermehrung durch Teilung, wobei die Tochterzellen mit Plasmasträngen beisammen bleiben. Cysten beobachtet, ihre Morphologie nicht völlig bekannt (Zweischaligkeit fraglich). Sie entstehen dadurch, daß die Amöben die Pseudopodien einziehen, sich abkugeln und eine Membran bilden. Über die

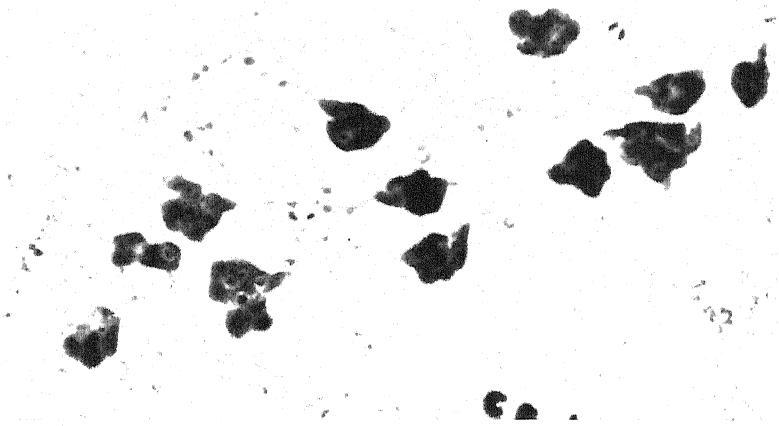


Fig. 164. *Chlorarachnion reptans:* Zentraler Teil einer Kolonie fixiert und gefärbt. Die Pyrenoide der Chromatophoren deutlich als schwarze Punkte zu sehen, in einzelnen Zellen auch die Kerne (nach GEITLER).

Art der Membranbildung liegen keine Angaben vor (endoplasmatische Anlage der Wand ?). Andere Stadien nicht gesehen.

Einzige Art:

Chlorarachnion reptans GEITLER 1930 (Fig. 162–165).

GEITLER, Arch. Prot. **69** (1930) 634–35.

Abb.: GEITLER a. a. O., Textfig. 1–9, Taf. 25, Fig. a.

Mit den Merkmalen der Gattung. Amöboide Zellen bis 10 μ, bei Streckung bis 15 μ.

Vorkommen: Aus einer Süßwasserkultur, die mit Schlamm aus Las Palmas (Kanarische Inseln) angesetzt wurde.

Daß *Chlorarachnion* gegenüber den einzellig lebenden nackten Rhizochloridinen nicht unvermittelt erscheint, wurde oben betont (S. 242).

Bemerkenswert ist nach GEITLER die Form der Pyrenoide. Sie sind nicht einheitlich, sondern zeigen, wie gefärbte Präparate (Säurefuchsin, Haematoxylin und Safranin) erkennen lassen, eine Zusammensetzung aus zwei flachen, aneinander gepreßten Scheiben. Die Zweizahl der Scheiben ist am lebenden Material kaum zu erkennen, wird aber bei der Fixierung etwas voneinander entfernt. Demgemäß zeigen die Pyrenoide von *Chlorarachnion* zwei verschiedene Ansichten: von der Seite gesehen

Fig. 165. *Chlorarachnion reptans:* Zwei Einzelzellen mit den langen Filopodien, die einseitig stärker entwickelt sind (nach GEITLER).

liegen sie nebeneinander, im Flächenbild erscheinen sie einheitlich, da sich die beiden Scheiben decken.

Feste Assimilate fehlen im Zellinhalt; weder Stärke noch Paramylon ist zu erweisen. Stark lichtbrechende Körnchen mit eckigen Umrissen dürften Exkrete sein, deren Menge sich bei ungünstigen Bedingungen steigert. Sie liegen mehr im zentralen Plasma der Zellen.

Die Stellung des Organismus ist, wie bereits erwähnt, nicht gesichert. Für die Heterokontennatur spricht der mehr gelbliche Farbton der Chromatophoren, der Mangel an Stärke und Paramylon. Die Existenz der Pyrenoide spricht nicht gegen die

Zugehörigkeit zu den Heterokonten: es sind eine Reihe von Heterokonten bekannt geworden, die Pyrenoide besitzen (z. B. u. a. *Ankylonoton*, *Arachnochloris*, *Tribonema*-Arten, *Botrydium*).

Chlorarachnion hat eine weitgehende, ja völlige Formkonvergenz mit einer von mir 1917 beschriebenen rhizopodialen Chrysomonade (*Chrysarachnion*). Auch hier zahlreiche, kleine, nackte, einkernige, mit Chromatophoren versehene Amöben, die durch lange, feine Filopodien zu großen, in oft aus mehreren hunderten Zellen zusammengesetzten Netzen verbunden sind, die vorherrschend flach-, doch auch dreidimensional sein können. Diese Netze „fangen" und umfließen hängenbleibende Organismen und verdauen sie. Nur wird hier durch einen hängengebliebenen Organismus in den beteiligten Filopodien lebhafte Strömung ausgelöst, so daß der gefangene Organismus sehr bald vom Plasma umflossen ist. Dazu kommt noch der Umstand, daß durch ihn in den in der Nähe befindlichen Zellen des *Chrysarachnion*-Netzes ein Reiz ausgelöst wird, der zur Bildung neuer Filopodien führt, die die Beute ebenfalls umfließen helfen.

Chrysarachnion ist aber im Gegensatz zu *Chlorarachnion* ein Süßwasserorganismus (wahrscheinlich oligotherm), der im Wasser treibt und dessen Zellen kontraktile Vakuolen besitzen. Auch dieses netzartige, filarplasmodiale *Chrysarachnion* ist durch zahlreiche Übergänge (z. B. *Chrysidiastrum*) mit einzeln lebenden, nackten, amöboiden Rhizochrysidinen vom Typus *Rhizochrysis* oder *Rhizochra* verbunden.

Myxochloridaceae Pascher 1931.

Pascher, Beih. Bot. Centr. **48**, Abt. 2 (1931) 324.

Rhizopodiale Heterokonten, die ihr vegetatives Leben in der Form großer, vielkerniger, mit vielen Chromatophoren versehener, plasmodialer Gebilde verbringen, die aus einkernigen Stadien durch Kernvermehrung und Plasmawachstum wie auch durch Fusionen entstehen.

Die Myxochloridaceen stellen, sowohl in bezug auf die vegetativen Stadien wie auch in bezug auf die Vermehrung, eine völlige Parallele dar zu den Myxochrysidaceen unter den rhizopodialen Chrysophyceen.

Einzige Gattung:

5. Myxochloris Pascher 1930 (Fig. 166–177)[1].

(ἡ μύξα = der Schleim, ἡ χλωρηίς = die Grüne.)

Pascher, Arch. Prot. **72** (1930) 312 und 356. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 499.

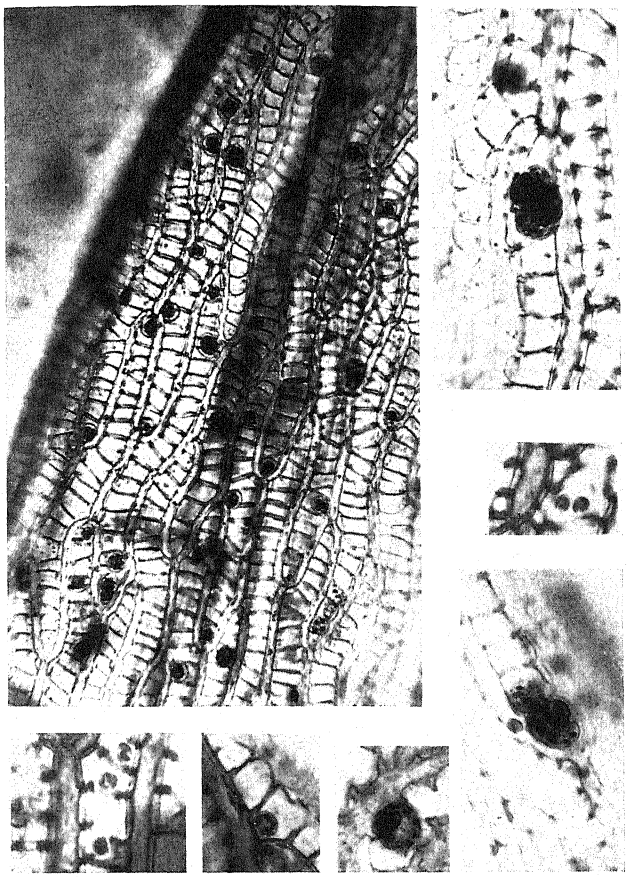


Fig. 166. Mit *Myxochloris* infizierte *Sphagnum*-Blätter photographiert. Das große Photo Übersichtsbild: in vielen Wasserzellen kleine, großenteils mehrkernige *Myxochloris*-Individuen. Rechts oben und rechts unten kleine *Myxochloris*-Plasmodien; rechts Mitte und links unten einkernige Keime, die die Neuinfektion von *Sphagnum*-Blättern besorgen; unten die beiden mittleren Photos: in ihrem Wachstum vorgeschrittene Keime.

[1]) Wegen des recht verwickelten Entwicklungsablaufes von *Myxochloris* sind der Darstellung ausreichende Abbildungen und auch ein Schema über die festgestellten Entwicklungsformen beigegeben (Fig. 177, S. 266).

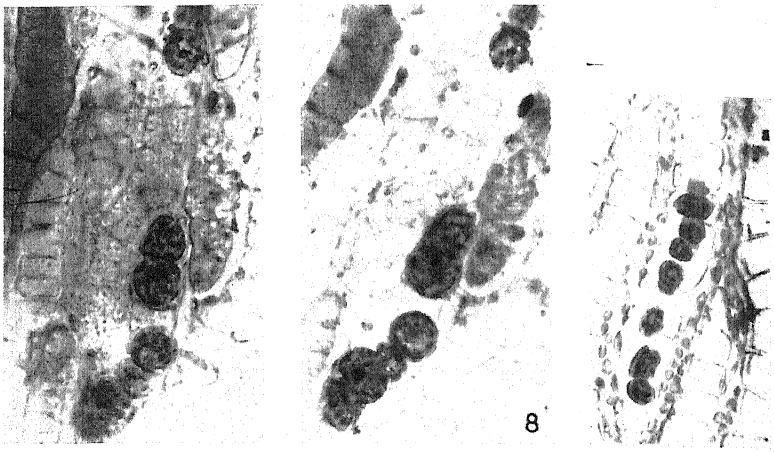


Fig. 167. *Myxochloris:* Die beiden Photos links: Cysten von *Myxochloris*, die noch eine sehr dünne Wand haben. Das linke der beiden Photos bei sehr oberflächlicher Einstellung, die zahlreichen Chromatophoren sehr deutlich. Das rechte der beiden Photos gibt dasselbe Objekt bei tiefer Einstellung wieder. In diesen jungen Cysten deutlich je ein runder, schwarzer Fleck; das rote Exkretöl; das dritte Photo junge *Myxochloris*-Individuen in einer Wasserzelle von *Sphagnum*.

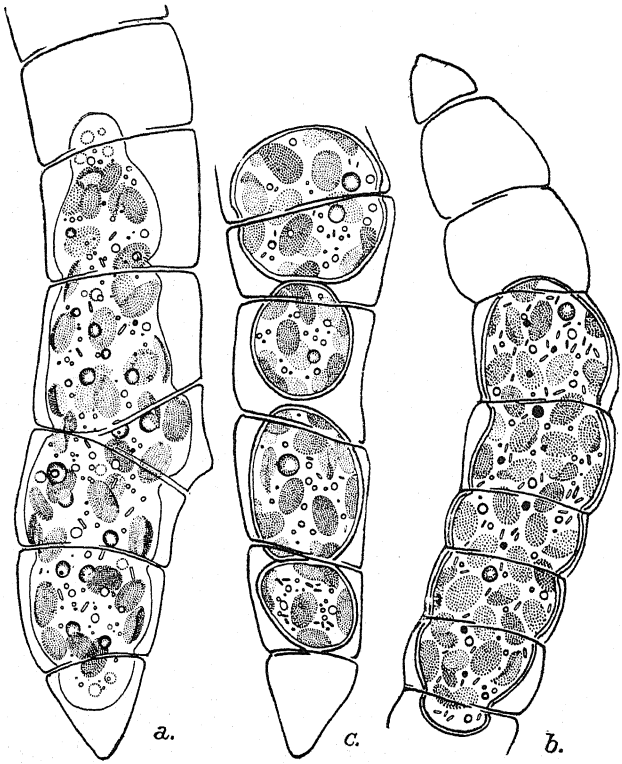


Fig. 168. *Myxochloris:* links: In einer Wasserzelle eines *Sphagnum*-Blattes ein großes, vielkerniges Plasmodium. Plasmodium durch die Membranleisten stellenweise etwas eingeschnürt. Zahlreiche Chromatophoren und Kerne, kontraktile Vakuolen mehr an einem Ende gehäuft. In der Mitte: Mehrere kleine, eine Wasserzelle bewohnende *Myxochloris*-Plasmodien haben sich in Cysten umgewandelt. Rechts: ein solches Plasmodium hat sich etwas zusammengezogen u. mit einer derben Haut umgeben; das Ganze ist zu einer großen Cyste geworden.

Organismus im vollentwickelten Zustande einzeln oder zu mehreren in den Wasserzellen von *Sphagnum* in der Form großer, mehr- bis vielkerniger, mit vielen Chromatophoren versehener plasmodialer Gebilde lebend (Fig. 166, 168 links, 169). Diese füllen mit der Zeit die ganze Wasserzelle aus und zeigen dann, ent-

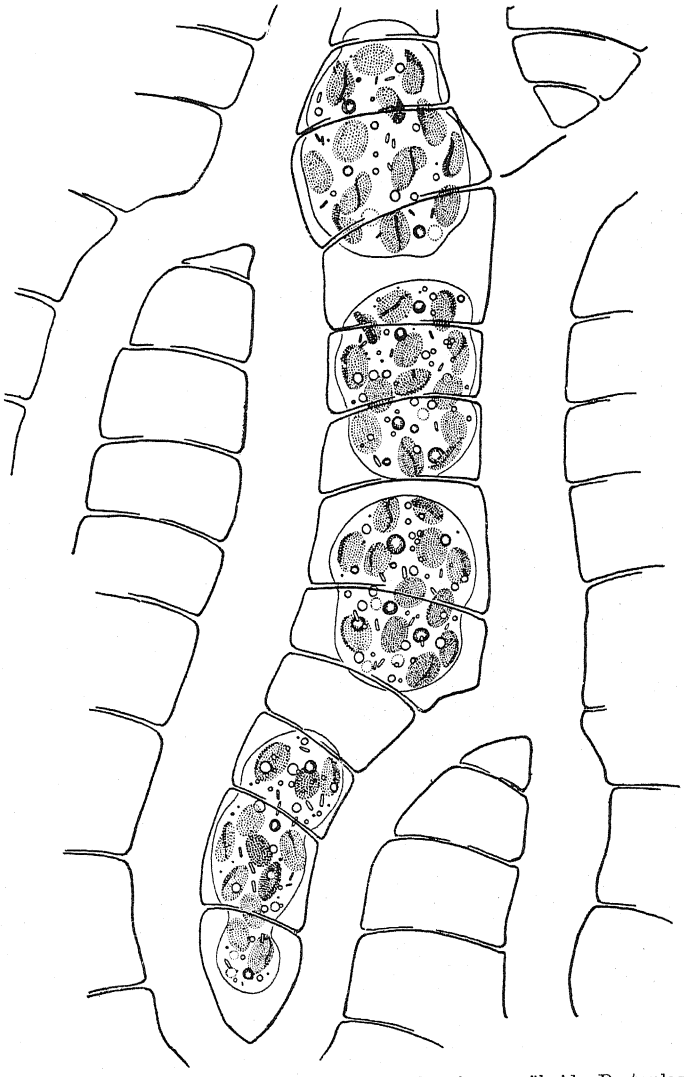


Fig. 169. *Myxochloris sphagnicola:* Mehrere vielkernige, amöboide Protoplasten in einer Wasserzelle von *Sphagnum*. Taillenförmige Einschnürung der Protoplasten deutlich. Kontraktile Vakuolen meist an einem Ende gehäuft.

sprechend den Ringleisten der Wasserzellen, leichte Quereinschnürungen, wobei sie gewöhnlich langsam, wenn auch deutlich formveränderlich sind und außerdem langsam aber stetig ihre

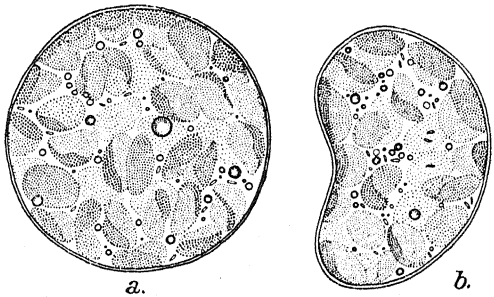


Fig. 170. *Myxochloris paradoxa: a, b* eine brotlaibartige und eine bohnenförmige große Cyste, wie sie von *Myxochloris*-Plasmodien gebildet werden, die durch die Poren der Wasserzellen aus den Sphagnumblättern ausgetreten waren.

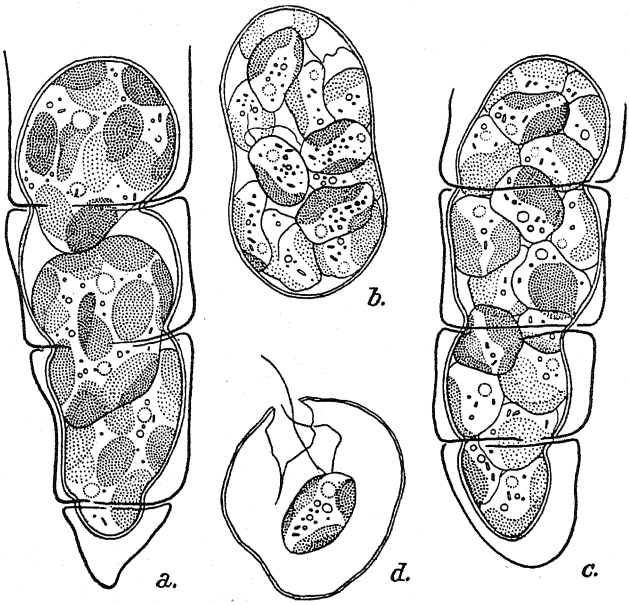


Fig. 171. *Myxochloris paradoxa:* Keimung der großen Cysten. Der Inhalt einer solchen Cyste zerfällt wie bei *a* in mehrere vielkernige Plasmaportionen oder durch zunehmende Zerklüftung *b, c* in viele einkernige Plasmaportionen. Im ersten Fall treten die vielkernigen Stadien nackt und amöboid aus den Cysten aus, im letzteren Fall als einkernige Amöben oder Schwärmer mit zwei ungleichen Geißeln.

Organe verlagern. Meist sind an einem Ende mehr kontraktile Vakuolen gehäuft, während andere kontraktile Vakuolen mehr über den ganzen Protoplasten verteilt sind. Kontraktile Vakuolen daher meist viele. Ebenso meist viele Kerne. Chromatophoren meist ziemlich gleichgroß, doch manchmal auffallend ungleich,

scheibchenförmig, meistens elliptisch, immer sehr zart und in den vegetativen Stadien hellgrün, oft in großer Menge vorhanden, manchmal aber nur in geringer Zahl. Nicht selten

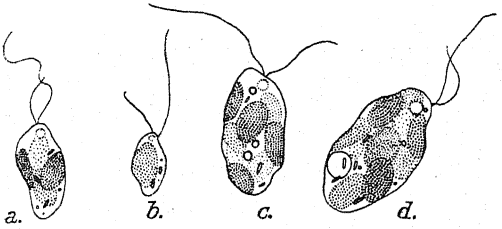


Fig. 172. *Myxochloris paradoxa: a–d* verschieden große und verschieden gestaltete Schwärmer.

die Chromatophoren an einem Ende des plasmodialen Gebildes stärker gehäuft. Im Innern des Plasmodiums ferner Öltropfen, diese farblos, gelblich bis rot gefärbt, z. T. sehr groß. Daneben stäbchenförmige, kristallartige Gebilde und ebensolche, die aber viel stärkeres Lichtbrechungsvermögen haben und sich im Alter bedeutend anreichern. Vielleicht auch Leukosinbällchen.

Gelegentlich bilden diese plasmodialen Gebilde große, oft plumpe Pseudopodien aus, die in wechselnder Zahl und Form gebildet, meistens auf die beiden Enden beschränkt sind.

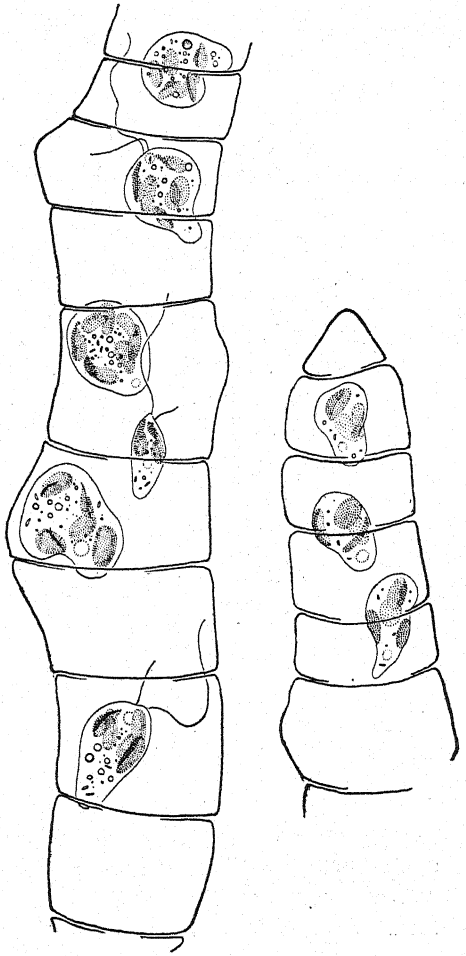


Fig. 173. *Myxochloris paradoxa:* Neuinfektion von Wasserzellen durch eindringende Schwärmer, welche sich in kleine, einkernige Amöben umwandeln, die Infektion kann auch durch kleine Amöben erfolgen, die schon als Amöben aus den Cysten ausgetreten sind.

Der Organismus wächst unter Kern und Chromatophorenvermehrung rasch heran. Außerdem können Plasmamassen, die zu mehreren innerhalb einer Wasserzelle sich befinden, miteinander fusionieren.

Animalische Ernährung nicht sehr ausgiebig, gelegentlich anscheinend unterbleibend.

Der Organismus kann gelegentlich durch die Poren aus den Wasserzellen heraustreten und bewegt sich langsam auf den Sphagnumblättern. Oft wird damit Cystenbildung eingeleitet.

Die Vermehrungsvorgänge sowie die Formen der Ruhezustände sind ziemlich mannigfaltig.

Die plasmodialen Gebilde werden sowohl in den Wasserzellen wie auch in den Fällen, wo sie ausgetreten sind, dadurch zu sehr großen vielkernigen Cysten, daß sie sich mit einer derben, manchmal später geschichteten Haut umgeben. Innerhalb der Wasserzellen erscheinen diese großen Cysten durch die inneren Querleisten der Zellen häufig mehrfach taillenartig eingeschnürt. Zur Cystenbildung können die nackten Plasmamassen in allen Stadien der Größenentwicklung schreiten, von winzigen, vielleicht nur einkernigen Formen gibt es alle Übergänge zu großen Cysten, die eine ganze Wasserzelle ausfüllen können. Diese Cysten sind bei höherem Alter etwas dunkler; sie haben auch mehr Öl. Die aus den Blättern ausgetretenen Plasmodien bilden Cysten, die meist kugelig, nierenförmig oder bohnenförmig sind.

Das weitere Verhalten dieser Cysten ist sehr verschiedenartig. Gegen den Herbst zu sinken sie zu vielen aus den absterbenden *Sphagnum*-blättern auf den Boden und überwintern. Sie können aber auch nach kurzer Ruhezeit noch in den Wasserzellen zur weiteren Entwicklung schreiten.

In seltenen Fällen tritt der Inhalt der Cyste durch einen Riß der Wand ungeteilt wieder als vielkernige Plasmamasse aus, um sich dann manchmal in kurzer Zeit von neuem zu encystieren; oder aber der vielkernige Plasmainhalt wird vor der Keimung in mehrere mehr- bis vielkernige, oft sehr ungleiche Portionen zerteilt (Fig. 170a), die entweder austreten und, durch die Poren der Wasserzellen eintretend, Neuinfektionen vornehmen. Sie können sich aber auch sehr frühzeitig, oft sogar noch innerhalb der großen Cysten von neuem wieder encystieren, so daß der Raum einer großen Cyste von derbwandigen Cysten, gewissermaßen Cysten 2. Ordnung, erfüllt sein kann. Diese neuerliche Cystenbildung kann in allen Stadien der Zer-

teilung des Protoplasten der großen Cyste stattfinden und so können entweder sehr viele kleine, dicht aneinandergelagerte und sich abplattende Cysten (Fig. 176b) oder mehrere bis wenige große Cysten (Fig. 176a) den Raum einer großen primären Cyste ausfüllen.

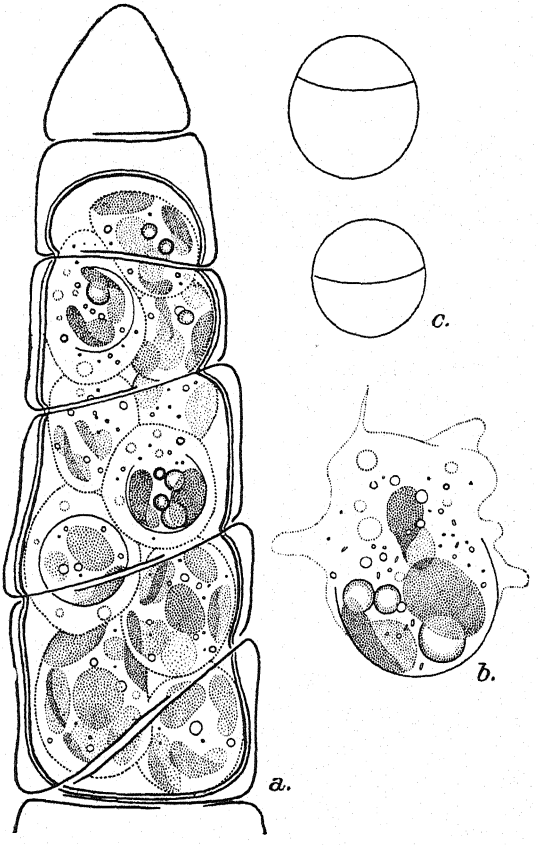


Fig. 174. *Myxochloris:* In einer Wasserzelle von *Sphagnum* eine große, derbwandige Cyste gebildet. Der Inhalt dieser Cyste ist in zahlreiche, schließlich einkernige Plasmaportionen aufgeteilt worden, innerhalb welcher sich endoplasmatisch die Sporenwand bildet. Dasselbe, eine solche Plasmaportion ausgezeichnet, der größere Teil der Sporenwand bereits gebildet, das extracystäre Plasma noch mützenartig, später kriecht der größere Teil des extracystären Plasmas durch die vordere Öffnung in die bereits gebildete Sporenschale, worauf die Spore durch einen gleich großen oder kleineren Deckel (Fig. *c*) abgeschlossen wird.

Diese Vorgänge scheinen aber nicht die normalen zu sein. Normalerweise scheint in den großen Cysten die Zerspaltung des Chromatophoren bis zur Bildung einkerniger Plasmaportionen durchgeführt zu werden (Fig. 171c), die, mit einem oder bis 10–12 Chromatophoren versehen, noch immer verschieden groß sein können und je eine oder wahrscheinlicher je zwei kontraktile Vakuolen entwickeln. Diese kleinen einkernigen Plasmaportionen treten nun aus der Cyste als kleine Amöben aus oder entwickeln zwei ungleiche Geißeln und schwärmen

dann als in ihrer Größe sehr wechselnde ungleichgeißelige Schwärmer aus (Fig. 172).

Die freigewordenen Amöben wie auch die Schwärmer dringen früher oder später in Wasserzellen ein (Fig. 173). Die Schwärmer wandeln sich früher oder später vor oder nach dem Eindringen in die Wasserzellen ebenfalls in kleine Amöben um. Oft sind solche Wasserzellen nur von einem solchen Keime, oft aber von mehreren infiziert. Die kleinen Amöben sind zuerst sehr beweglich, werden dann weniger beweglich, vermehren Kerne und Chromatophoren und wachsen in die Größe. Falls sie zu mehreren vorhanden sind, können sie (müssen aber nicht) fusionieren und werden schließlich wieder zu großen, vielkernigen Plasmodien.

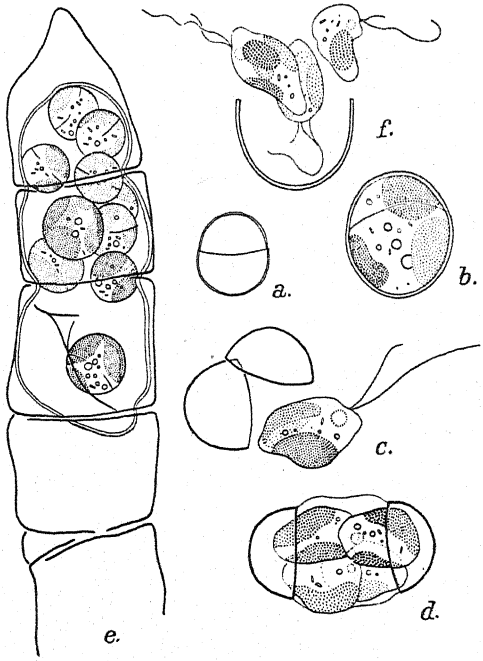


Fig. 175. *Myxochloris: e* In einer Wasserzelle von *Sphagnum* hat sich ein Plasmodium in eine derbwandige Cyste umgewandelt. Innerhalb dieser Cyste wurden aus einkernigen Plasmaportionen zweischalige Sporen gebildet. *a, b* zwei solche Sporen isoliert gezeichnet, beachte die verschiedene Größe; *c, d, f* Keimung der Sporen.

Endoplasmatische Sporenbildung beobachtet (Fig. 128, S. 161). Sie erfolgt entweder in den bereits ausgetretenen kleinen Amöben oder Schwärmern oder aber in den Teilstücken des Plasmainhaltes einer Cyste, noch bevor diese in Schwärmer oder Amöben umgewandelt sind. Im letzteren Fall erscheinen dann die Cysten mit kleinen endoplasmatisch gebildeten Sporen erfüllt. Die Membran der Sporen besteht aus zwei gleichen oder etwas ungleichen Schalen, die keine Skulptur aufweisen und leicht verkieselt sind. Bei der Keimung entleeren sie eine oder mehrere Schwärmer bzw. Amöben.

Einzige Art:

Myxochloris sphagnicola PASCHER 1930 (Fig. 166–177).

PASCHER, Arch. Prot. **72** (1930) 311 und 356. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 499.

Abb.: PASCHER a. a. O., Fig. 1–17. — FRITSCH a. a. O., 500 (Kopie).

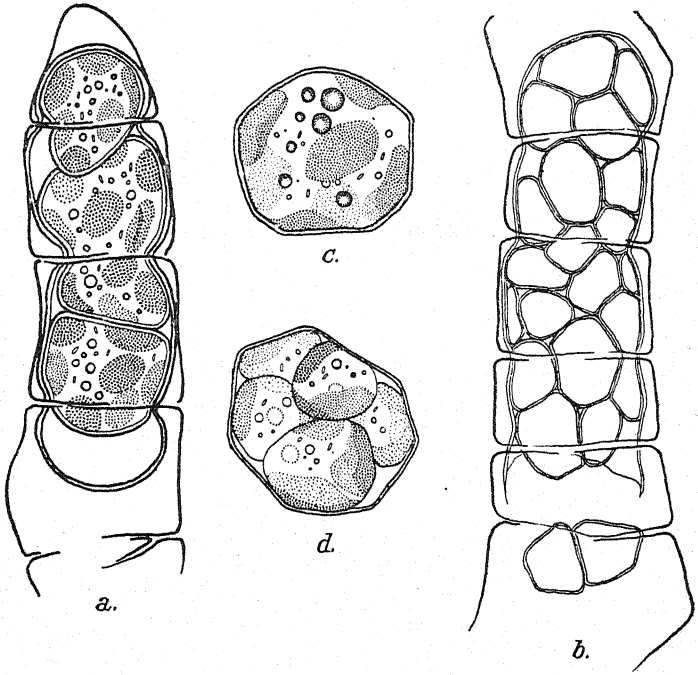


Fig. 176. *Myxochloris paradoxa: a* der Inhalt einer großen Cyste hat sich in mehrere Plasmaportionen geteilt, die durch Wandbildung noch innerhalb der großen Cyste zu kleineren, aber vielkernigen Cysten wurden. Die Wand der großen, ursprünglichen Cyste steht von den unteren Teilcysten weit ab und läßt sich auch sonst in die Teilcysten verfolgen. *b* bei *b* hat sich der Inhalt einer großen Cyste in zahlreiche Plasmaportionen zerteilt, die aber nicht als Schwärmer oder Amöben austraten, sondern sich encystierten. Die großen Cysten dicht mit kleinen Cysten ausgefüllt; *c* Teilcyste; *d* Zerteilung des Inhaltes der Teilcysten in kleine, einkernige Plasmaportionen, die als Schwärmer oder Amöben austreten.

Mit den Merkmalen der Gattung. Größe der Plasmodien und Cysten sehr schwankend. Schwärmer 6–20 μ groß. Endogen gebildete Sporen 8–20 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Relativ häufiger Organismus, der in saueren Gewässern vorkommt. Bis jetzt beobachtet aus den *Sphagnum*-Bulten am Musikantenteiche und des Swamps, am Hirschberger Großteich (Böhmen) und in Sphagnen der Franzensbader Moore. Der Organismus, in manchen Jahren sehr häufig, gelangt manche Jahre überhaupt nicht recht zur Entwicklung und ist dann nur in Spuren zu finden.

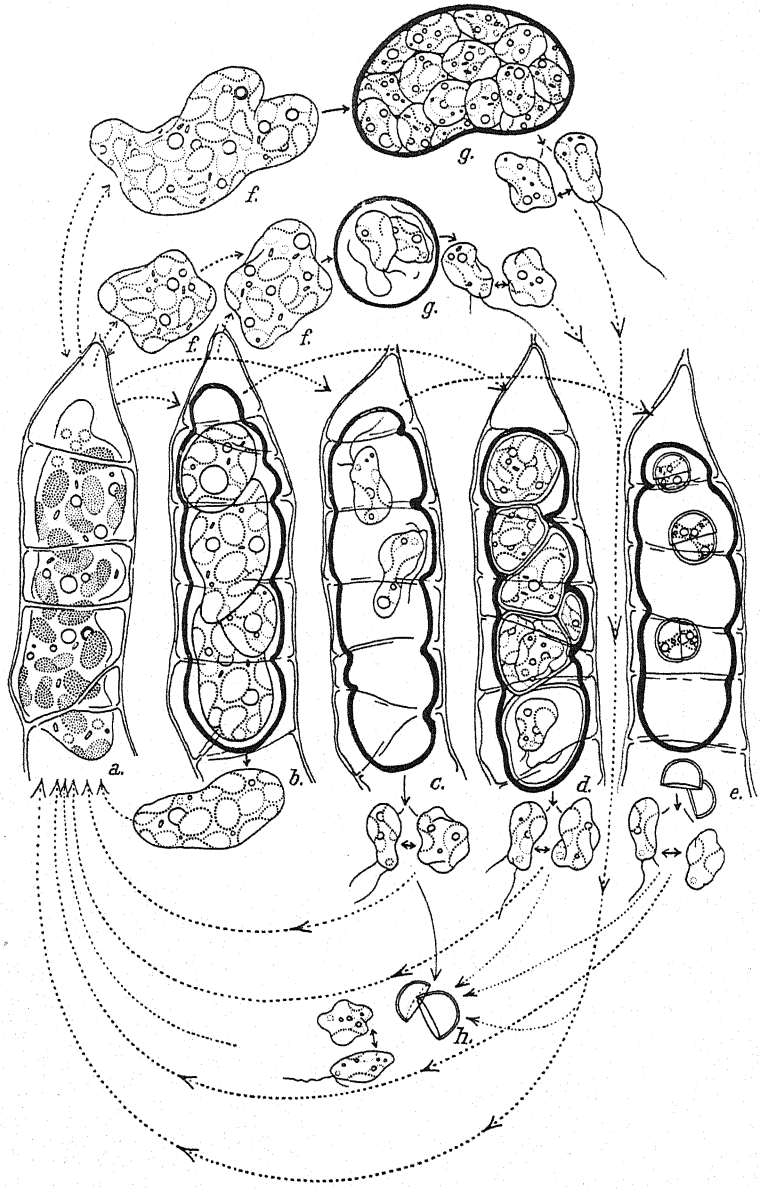


Fig. 177. *Myxochloris:* Entwicklungsschema. Bei *a* vegetatives Plasmodium in einer Wasserzelle. Dieses Plasmodium kann als Ganzes austreten, sich außerhalb des *Sphagnum*-Blattes in eine derbwandige Cyste umwandeln, aus der dann einkernige Keime (entweder in der Form von Amöben oder Monaden) austreten, die die Neuinfektion eines *Sphagnum*-Blattes besorgen. Eine solche Neuinfektion kann auch erfolgen durch ein ganzes, vorher ausgetretenes Plasmodium. — Ein vegetatives Plasmodium kann sich aber in kleine Teilplasmodien umwandeln, die austreten,

Myxochloris ist völlig konvergent zu *Myxochrysis* unter den Chrysophyceen, von der sie sich, abgesehen von der verwandtschaftlichen Verschiedenheit, durch die Lebensweise unterscheidet: *Myxochrysis* lebt frei und niemals als Raumparasit. In allem anderen, abgesehen von den Unterschieden, die sich aus der verschiedenen systematischen Zugehörigkeit der beiden Organismen ergeben, stimmen sie völlig überein. Auch *Myxochrysis* hat vielkernige plasmodiale Ausbildungen mit vielen Chromatophoren. Auch bei *Myxochrysis* erfolgt in der gleichen Weise die Bildung der großen Cysten, deren Inhalt wieder in kleinere Cysten umgewandelt werden kann oder als begeißelte Schwärmer oder kleine Amöben austritt. Auch hier wandeln sich die Schwärmer sehr bald in kleine Amöben um. Die Keime wachsen unter Protoplastenvergrößerung sowie Kern- und Chromatophorenvermehrung heran und können auch in allen Stadien fusionieren. Für *Myxochrysis* sind noch keine endoplasmatisch gebildeten Sporen bekannt geworden. Ein kleiner sekundärer Unterschied liegt zwischen *Myxochrysis* und *Myxochloris*: bei *Myxochrysis* ist der Organismus im vegetativen Stadium von einer weichen, zweischichtigen Hülle umgeben, über deren Entstehung nichts bekannt ist.

Bei beiden Organismen entstehen dadurch, daß Unregelmäßigkeiten bei der Zerspaltung der Plasmodien in die für die Keime bestimmten Portionen auftreten: Störungen in der Aufteilung der Chromatophoren auf die Keime. Manchmal bekommen einzelne Keime keine Chromatophoren und es entstehen einzelne, farblose Schwärmer oder Amöben, die nur bei Kenntnis ihrer Entstehung richtig gedeutet werden können. Es scheint, als ob bei *Myxochloris* diese farblosen Keime eine geringere Vitalität hätten als die gefärbten. Zumindest kommen niemals vorgeschrittenere Stadien farbloser Formen in den *Sphagnum*-Zellen zur Sicht.

---

außerhalb des *Sphagnum*-Blattes Cysten bilden, aus denen kleine Infektionskeime in der Form von Amöben oder Schwärmern austreten. Die kleinen Teilplasmodien können aber auch direkt *Spagnum*-Blätter infizieren; *b* ein vegetatives Plasmodium kann sich noch innerhalb eines *Sphagnum*-Blattes zu einer großen Cyste umwandeln, das weitere Verhalten dieser Cyste kann sehr verschieden sein, entweder *b* wird der Inhalt einer solchen Cyste in große Portionen zerteilt, die aus den Cysten austreten und *Sphagnum*-Blätter infizieren oder aber *c* der Inhalt einer solchen Cyste wird in einkernige Keime aufgeteilt, die als Schwärmer oder Amöben austreten und ebenfalls andere *Sphagnum*-Blätter infizieren. Es kann aber auch *d* der Inhalt einer großen Cyste in mehrere vielkernige Plasmaportionen aufgeteilt werden, die sich neuerdings innerhalb der großen Cyste zu Teilcysten encystieren. Aus diesen Teilcysten tritt der Inhalt entweder als mehrkernige, große Keime oder als einkernige Schwärmer oder Amöben aus. Es kann aber auch geschehen, daß die einkernigen Keime (Schwärmer oder Amöben) innerhalb der großen Cysten *e* endoplasmatisch angelegte Sporen bilden. Die Sporen ergeben bei der Keimung zwei oder vier einkernige Keime, entweder Schwärmer oder Amöben. Es können aber die Schwärmer und Amöben, ob auf die oder jene Weise entstanden, auch außerhalb der Cysten endoplasmatische, zweischalige Sporen bilden.

Im Zusammenhang mit *Myxochloris* muß ein rhizopodialer Organismus besprochen werden, der möglicherweise zu den Heterokonten gehört.

Chlamydomyxa Archer 1875 (Fig. 178–183).

(χλαμύς = Hülle, μύξα = Schleim.)

Archer, W., Quart. Journ. Mic. Sc. **25** n. ser. (1875) 107–130. — Geddes, ebenda **22** (1882) 30–34. — Hieronymus, G., Hedwigia **37** (1898) 1–49; ebenda **44**, 137–179, 157. — Penard, E., Arch. Prot. **4** (1904) 296. — Pascher, A., Arch. Prot. **72** (1930) 347.

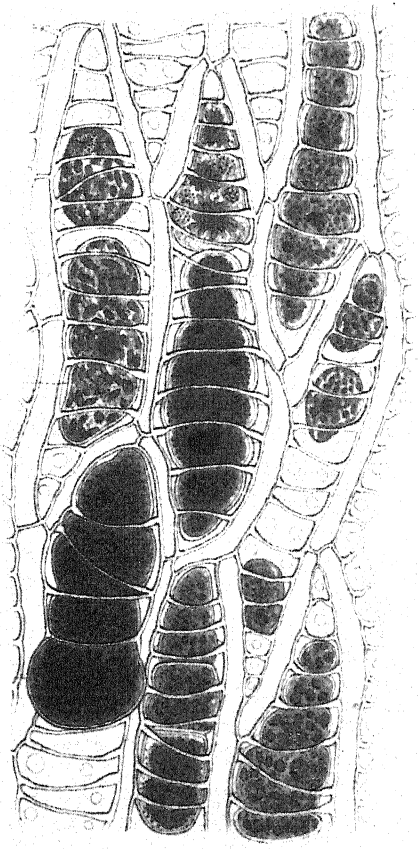


Fig. 178. *Chlamydomyxa?* Jüngere, noch sehr dünnwandige und ältere, bereits dickwandige Cysten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Hieronymus auch Stadien von *Myxochloris* mit abgebildet hat. Die Cysten von *Myxochloris* und *Chlamydomyxa* sehen sich oft sehr ähnlich und können nicht immer mit Sicherheit unterschieden werden (nach Hieronymus).

Der Organismus tritt in zwei Hauptformen auf. Als rhizopodiale bzw. plasmodiale Organisation und in der Form von Cysten. Die Plasmodien haben (siehe Fig. 179) entweder die Form großer Amöben, mit meist breitem hyalinen Randplasma und stark verzweigten und knotigen Rhizopodiensystemen oder sie stellen große netzig-maschige Plasmamassen dar, die gewöhnlich einseitig orientiert sind und dann nur an den Enden die knotigen Rhizopodien haben. Das Plasma hat sehr zahlreiche, scheibchenförmige, im übrigen in ihrer Größe wechselnde gelb- bis bläulich-grüne Chromatophoren, ferner häufig Kalkoxalatkristalle und große Mengen von Fetten und Ölen. Letzteres oft in Form größerer oder kleinerer Tropfen von leuchtend karotenroter Farbe. Diese Plasmodien finden sich frei oder, allerdings

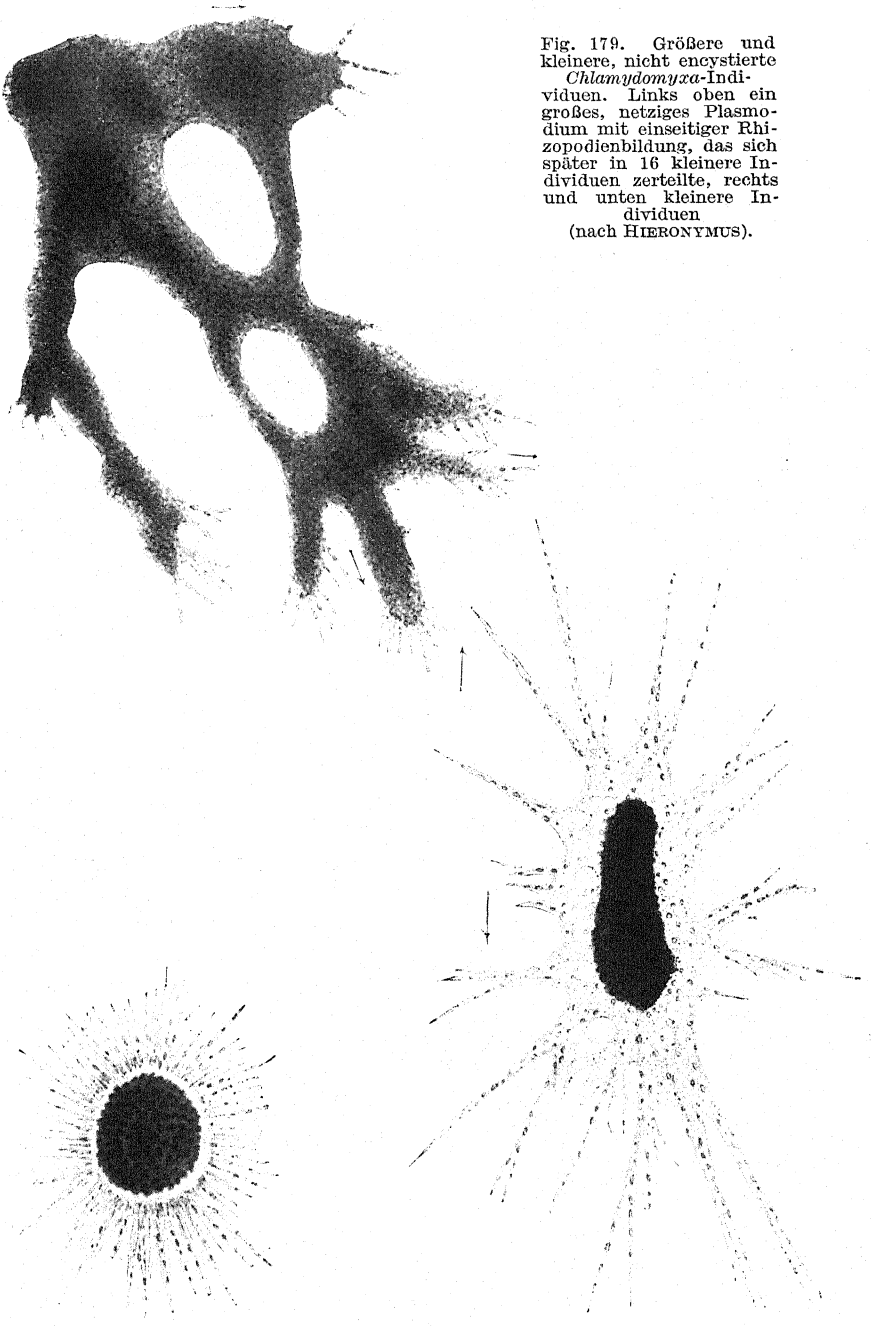


Fig. 179. Größere und kleinere, nicht encystierte *Chlamydomyxa*-Individuen. Links oben ein großes, netziges Plasmodium mit einseitiger Rhizopodienbildung, das sich später in 16 kleinere Individuen zerteilte, rechts und unten kleinere Individuen (nach HIERONYMUS).

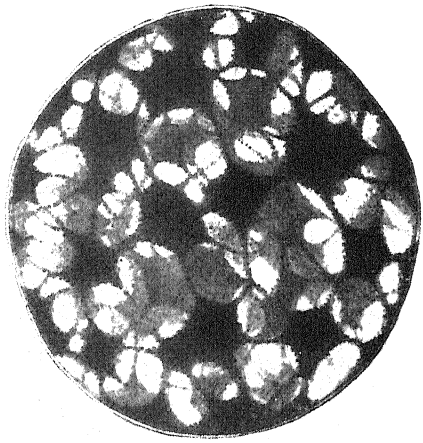


Fig. 180. *Chlamydomyxa.* Cyste, deren Protoplast allem Anschein nach in Aufteilung begriffen ist (nach HIERONYMUS).

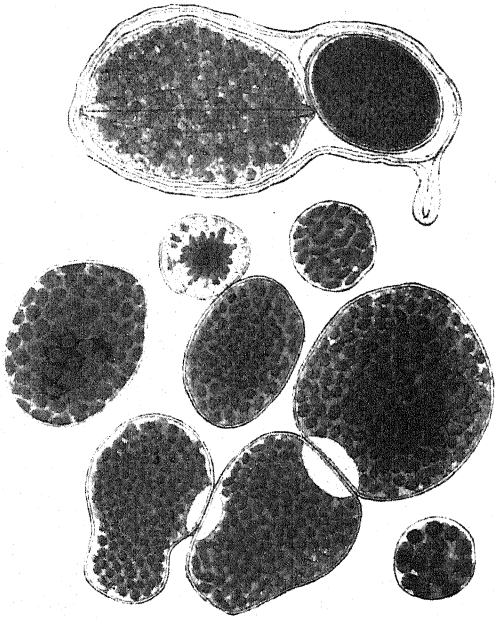
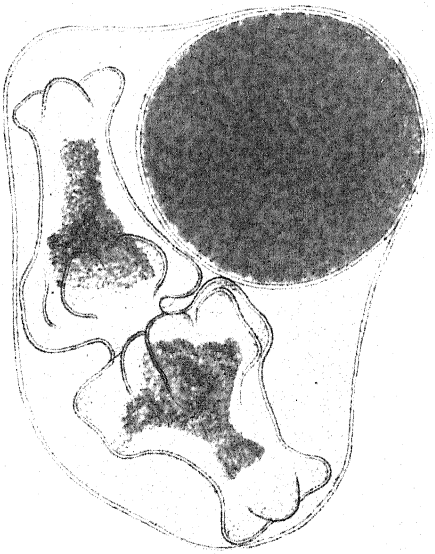


Fig. 181. *Chlamydomyxa,* verschieden große und verschieden weit entwickelte Cysten. Oben eine Cyste, deren Inhalt sich in 2 Protoplasten geteilt hat, die sich innerhalb der alten Cystenhaut neuerdings encystierten. In der größeren der beiden Cysten eine Diatomee, die verdaut wird. Die anderen dünnwandige „Sommercysten".

mit verkürzten oder ganz fehlenden Rhizopodien, in den Wasserzellen von *Sphagnum.* Die animalische Ernährung ist ganz ausgesprochen, wobei große Desmidiaceen, Diatomeen, ferner Grün- und Blaualgen aufgenommen werden. Nicht selten wird mit der Aufnahme großer Nahrungsmengen die Bildung unbeweglicher Stadien eingeleitet (Fig. 182). Die Plasmodien ziehen die Rhizopodien ein und umgeben sich mit einer zarteren oder derberen Membran und werden bewegungslos (Fig. 180 und 181). In diesen Cystenstadien geht die Verdauung der aufgenommenen Organismen weiter. Schließlich werden sie innerhalb der Cystenwand ausgestoßen, worauf sich nicht selten der große Protoplast neuerlich mit einer Wand umgibt (Fig. 182, oben) so daß innerhalb der ersten Cystenwand nun die ausgestoßenen Nahrungsreste und ferner die eigentliche Cyste liegen (Fig. 182). Natürlich erfolgt die Cystenbil-

dung auch ohne Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme (Fig. 182 rechts).

Aus den Cysten treten nach einiger Zeit die Inhalte mit oder ohne vorhergegangene Zerteilung aus. Die vielkernigen



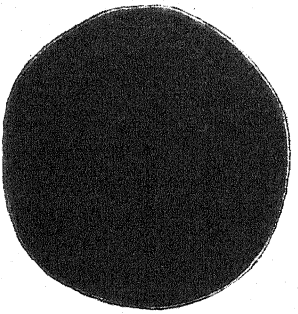


Fig. 182. Cysten von *Chlamydomyxa*. Links: das *Chlamydomyxa*-Plasmodium hat sich nach Aufnahme einer *Euastrum*-Zelle encystiert. In dieser Cyste schritt die Verdauung des *Euastrum* weiter, bis es vom Plasmodium ausgestoßen wurde. Darauf zog sich das Plasmodium wieder zusammen, um sich neuerdings zu encystieren. Rechts eine isolierte Cyste (nach HIERONYMUS).

Plasmodien zerteilen sich nicht selten sukzessive, bis schließlich einkernige amöboide Stadien entstanden sind. Nach meinen Beobachtungen kann der Zerteilung in solche kleine Stadien auch noch innerhalb der Cysten erfolgen. Die Bildung begeißelter Stadien ist bis jetzt nicht einwandfrei beobachtet. Vielleicht fehlen sie überhaupt.

In den Cysten sammeln sich nicht selten große Mengen roten Öles an. Dieses Öl scheint weniger ein Reservestoff als ein Exkret zu sein.

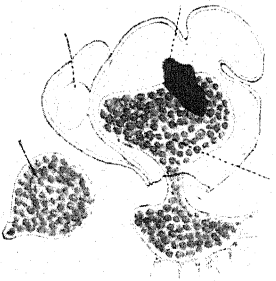


Fig. 183. *Chlamydomyxa*, keimende Cysten, der Keimling teilt sich bereits in 2 Protoplasten (nach HIERONYMUS).

Auch innerhalb der Wasserzellen von *Sphagnum* encystieren sich die Plasmodien von *Chlamydomyxa* (Fig. 178). Diese Cysten sehen denen von *Myxochloris* sehr ähnlich und sind oft nicht von diesen zu unterscheiden. Die weitere Entwicklung der Cysten in *Sphagnum* ist noch nicht einwandfrei geklärt, dürfte sich aber im wesentlichen wie die der freien Cysten verhalten.

Eine einzige Art:

Chlamydomyxa labyrinthuloides ARCH. 1875 (Fig. 178–183).

ARCHER, W., a. a. O. S. 107–137. — GEDDES, P., a. a. O. 30–34. — HIERONYMUS, G., a. a. O. 1–49. — PASCHER, A., a. a. O. 347.

Syn.: *Chlamydomyxa montana* LANKESTER, E. R., Quart. Journ. mic. Scienc., nov. ser. **39** (1896/7) 233–243. — PENARD, E., Arch. Prot. **4** (1904) 296–334.

Abb.: ARCHER, W., a. a. O., Taf. 6, 7. — GEDDES, P., a. a. O., Taf. 5. — HIERONYMUS, G., a. a. O., Taf. 1, 2 (1898). — LANKESTER, E. R., a. a. O., Taf. 14/15 (1897). — PENARD, E., a. a. O., Fig. 1–19 (1904). — PASCHER, a. a. O., Fig. 25, 26 (1930) (Kopien nach HIERONYMUS).

Mit den Charakteren der Gattung, Plasmodien 20–150 μ messend.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß vielleicht mehrere verschiedene Formen von *Chlamydomyxa* bestehen. Was ich davon sah, läßt sich nicht gut auf eine Form beziehen. Dagegen ist das, was LANKESTER von der *Chl. labyrinthuloides* als *Chl. montana* abtrennte, kaum als eigene Art zu halten.

Vorkommen: In sauren, von *Sphagnum* bestandenen Gewässern, sehr verbreitet und speziell durch die in den Sphagnen lebenden Cysten auffällig. Rhizopodienstadien sind nur zeitweise zu sehen (gegen den Herbst zu an Häufigkeit abnehmend). Aus England, Deutschland, der Tschechoslowakei und der Schweiz bekannt.

Myxochloris- und *Chlamydomyxa*-Plasmodien weichen durch die Form, wie ein Vergleich ihrer Figuren ergibt (Fig. 167 und Fig. 178), soweit voneinander ab, daß sie auf den ersten Blick unterschieden werden können. Dagegen kommen sich sowohl die frei als auch die in den *Sphagnum*-Blättern gebildeten Cysten der beiden Gattungen morphologisch so außerordentlich nahe (Fig. 166, 177), daß Verwechslungen nicht vermieden werden können. Ich konnte selber in vielen Fällen, besonders dann, wenn die Chromatophoren in den Cysten verstärkt waren oder die Cysten fast grauschwarz aussahen und dabei viel Öl enthielten, keine Unterscheidung treffen. *Chlamydomyxa* soll eine mehr zellulosehaltige Membran haben, während ich in den *Myxochloris* keine Cellulose, sondern nur Pektin fand. Dagegen sind, ganz abgesehen davon, daß *Chlamydomyxa* in den *Sphagnum*-Zellen fast nur als Cyste lebt, auch die freien plasmodialen Stadien schon beim ersten Blick zu unterscheiden. Auffallend sind die „Kalkoxalatkristalle"(?), die bei *Chlamydomyxa* oft in großer Menge auftreten.

Aus dem Umstand, daß die Autoren die Entwicklungsstadien der Cysten beider Organismen: *Myxochloris* und *Chlamydomyxa*, auf einen Organismus, *Chlamydomyxa*, bezogen haben, sind die so sehr verschiedenen Angaben wie auch der wissenschaftliche Streit zwischen den Autoren zu erklären. PENARD haben zweifellos Stadien beider Organismen vorgelegen und die Widersprüche zwischen seinen und den Angaben von HIERONYMUS lassen sich z. T. daraus erklären. Im übrigen glaube ich, daß auch HIERONYMUS *Myxochloris*-Cysten und *Chlamydomyxa*-Cysten für das gleiche gehalten hat und auch die hier wiedergegebene Abbildung scheint sich z. T. mehr auf *Myxochloris* als auf *Chlamydomyxa* zu beziehen. Ich glaube, daß *Chlamydomyxa* viel weniger häufig in *Sphagnum* zu finden ist als *Myxochloris*. Jedenfalls muß die Gattung *Chlamydomyxa* in ihrer Entwicklungsgeschichte genau studiert werden. Bis jetzt ist die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Chlamydomyxa* nichts anderes als eine Kombination von Stadien, deren Zugehörigkeit nicht sicher ist und eine Summe entwicklungsgeschichtlicher Bruchstücke, die vielleicht etwas willkürlich kombiniert sind. Da die Entwicklungsgeschichte von *Myxochloris* vollständig geklärt ist, ist das Studium von *Chlamydomyxa* etwas erleichtert.

Im Jahr 1934 (Le Botaniste **26**, 673–682) beschrieb P. A. DANGEARD einen in den Wasserzellen von *Sphagnum* lebenden Organismus, den er als ***Fremya Sphagni*** (nach dem Algologen FREMY) nov. gen. nov. spec. (Fig. 184) bezeichnet und zu den Heterokonten stellt. Es handelt sich um große, relativ dünnwandige, meistens gegliederte und reihenförmig aneinander geschlossene, cystenartige Zellen mit relativ großen, scheibchenförmigen Chromatophoren, die anscheinend sehr leicht in Schwärmerbildung übergehen und auf diese Weise zu Zoosporangien werden. Die Schwärmer, dorsiventral mit Augenfleck, haben einen Chromatophoren und eine einzige Geißel. Die aus den Schwärmern entstandenen Zellen besitzen zunächst nur einen Chromatophoren, der sich aber dann in mehrere teilt.

Der Organismus ist nicht vollständig bekannt und infolgedessen ist es schwer, ein endgültiges Urteil über seine verwandtschaftlichen Beziehungen zu geben. Die Ähnlichkeit der hintereinander angereihten Zellen mit dünnwandigen Cysten („gegliederten Cysten") von *Myxochloris* bzw. *Chlamydomyxa* kann aber Verwechslungen und falsche ontogenetische Schlüsse zur

Folge haben. *Fremya* selber ist aber entwicklungsgeschichtlich noch so wenig bekannt, daß immerhin Beziehungen zwischen einem oder dem anderen der vorerwähnten Organismen möglich sind. Im übrigen ist eine vergleichende Untersuchung von *Myxochloris*, *Chlamydomyxa* und *Fremya* zunächst dringend

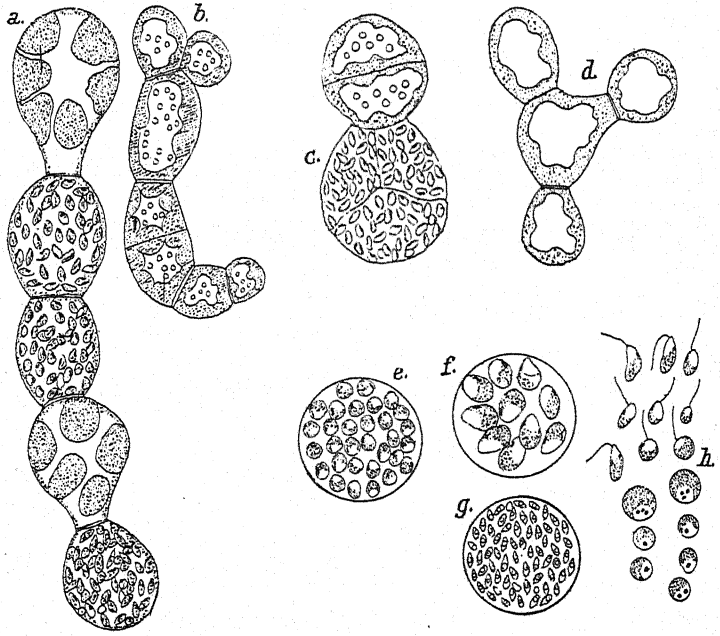


Fig. 184. *Fremya sphagni: a, b, c, d* Kettenförmig aneinander hängende Zellen, in einzelnen Zellen die großen Chromatophoren deutlich, in anderen Zellen bei *a* und *c* sowie bei *e, f, g* Schwärmerbildung; *h* ausgetretene Schwärmer, darunter die kleinen, runden aus den Schwärmern gebildeten Zellen (nach DANGEARD).

notwendig. DANGEARD dürfte Recht haben, wenn er glaubt, daß es hier noch Überraschungen geben wird.

Heterocapsineae PASCHER 1931.

PASCHER, Beih. Bot. Centr. **49**, Abt. 2 (1931) 324. — FRITSCH, F. E., Struct. et Repr. of the Algae **1** (1935) 474 (pro parte).

Syn.: *Heterocapsales* PASCHER, Hedwigia **53** (1911) 13, 21.

Heterokonte Algen, die ihr vegetatives Leben in gallertumhüllten oder einseitig mit Gallerte versehenen Ausbildungen verbringen. In diesen behalten die vegetativen Zellen entweder noch die Monaden-Organisation länger oder kürzer bei. Dann sind sie nicht selten in der Gallerte, allerdings in beengtem

Maße, beweglich. Oder aber die Monadenzellen haben keine Geißeln und oft auch kein Stigma mehr, sind mehr abgerundet, besitzen aber dann noch in den allermeisten Fällen die kontraktilen Vakuolen. Die Zellen teilen sich innerhalb der Gallerte, wodurch die Tochterzellen wieder entweder allseitig oder einseitig Gallerte ausbilden. Auf diese Weise können oft große bestimmt oder unbestimmt geformte Lager entstehen. Die Teilung erfolgt immer nach der gleichen Ebene wie an der ursprünglich beweglichen Zelle, also der Länge nach. Es ist entweder Zweiteilung oder dadurch, daß eine zweite Teilung rasch darauf erfolgt, eine Teilung in vier Tochterzellen.

Die Zellen der Heterocapsineen liegen nun entweder regellos in der Gallerte, oder aber es erfolgen bestimmte Gruppierungen der Zellen. Die Zellen liegen mehr radiär oder peripher oder aber es sind hautartige Lager, in denen die Zellen einzeln oder in Grüppchen zu zweien oder zu vieren (*Chlorosaccus*) stehen. Die Lager sind freischwimmend oder sie sitzen, wenigstens in der Jugend, auf, um sich dann später abzulösen (*Helminthogloea* u. a.). Dabei können die Gallertlager sehr unbestimmter oder sehr bestimmter Form sein. Die Gallerte selber weist entweder keine Strukturen auf oder es sind um die einzelnen Zellen Schichten vorhanden, die dadurch entstehen, daß jede Tochterzelle bei ihrer Bildung eine neue Gallerte ausscheidet und die Gallertschichten der früheren Generationen entsprechend gedehnt werden (*Gloeocystis*-artige Ausbildungen). Am weitesten scheinen die Formen entwickelt (*Helminthogloea*, siehe Fig. 202, 203), bei denen die Zellen in Gallertsträngen vereinigt sind, die sich verzweigen, einen basalen und einen apikalen Teil entwickeln und bei denen die an der Spitze der Stränge gehäuften Zellen sich häufiger teilen als die anderen. Möglicherweise stellen diese Formen einen Übergang zu Formen mit Scheitelzellgruppen bzw. Scheitelzellwachstum dar.

Nicht bei allen Heterocapsalen aber werden die Gallerthüllen gleichmäßig um die Zellen gebildet, es gibt Heterocapsineen, bei denen die einzelne Zelle zwar von einer zarten Gallerte umgeben wird. Zur Ausbildung mächtiger Gallertstränge kommt es aber nur am Vorderende der Zellen, also polar; die Gallerte sitzt in Form eines dicken oder zarten Stieles der Zelle an, die dem Gallertstiel etwas eingesenkt ist. Bei der Teilung kann nun jede Zelle einen neuen Gallertfuß bilden, wobei die neuen Gallertfüße an das obere Ende des ersten

Gallertfußes anschließen. So kommen schließlich wenig oder mehr verzweigte Gebilde zustande, die im Prinzip dichotome Verzweigung haben, durch ungleichmäßiges Wachstum aber die Dichotomie verwischen: kleine Gallertbäumchen, in deren Zwergenden die grünen Zellen sitzen (*Malleodendron*, siehe Fig. 204).

Damit ergibt sich, daß die Heterocapsineen Entwicklungen zeigen, die völlig parallel sind den Capsalen bzw. den Tetrasporalen-Stadien der anderen Algenreihen. Wir finden die gleichen Ausbildungen mit allseitiger Gallertentwicklung bei den grünen Algen (*Tetrasporales*), bei den Chrysophyceen (*Chrysocapsales*) und auch bei den Dinophyceen finden wir ähnliche Ausbildungen. Die strangförmigen Formen haben ebenfalls ihre Parallelen sowohl unter den grünen Algen (*Palmodactylon*) wie auch bei den Chrysophyceen (*Celloniella*). Auch die Formen mit einseitiger stielartiger Gallertausscheidung finden sich wieder (Chlorophyceen: *Chlorodendron* bzw. *Prasinocladus*).

Eine Capsalenorganisation, die bei den Clorophyceen und Chrysophyceen entwickelt ist, ist derzeit bei den Heterocapsineen noch nicht bekannt geworden; jene Formen, die aus dem Vorderende des Protoplasten feine Plasmafäden entwickeln, die von einer dünnen Gallertlage schlauchartig umgeben sind und den irreführenden Namen Gallertcilien oder Gallertborsten bekommen haben. Diese Gallertborsten, die von einem feinen Plasmafaden durchzogen sind, dringen durch die gemeinsame koloniale Gallerte durch und erreichen oft eine sehr bedeutende Länge (unter den Chlorophyceen zeigen z. B. *Tetraspora* oder *Schizochlamys*, unter den Chrysophyceen *Naegeliella* diese Einrichtungen). Diese Gallertborsten sind bis jetzt für Heterocapsineen noch nicht erwiesen worden.

Im folgenden sind die Heterocapsalen auf jene Formen beschränkt, bei denen die Protoplasten noch Monadencharakter besitzen. Dadurch sind alle jene Formen ausgeschlossen, deren Zellen mit einer festen Membran umgeben sind und zumeist keine Monadencharaktere (Stigma, kontraktile Vakuolen) zeigen. Die letzteren entsprechen der protococcalen Organisation der Heterokonten, den Heterococcalen. Daher ist bei diesen z. B. *Mischococcus* eingestellt.

Die Heterocapsineen sind derzeit nur in sehr wenigen Gattungen und diese fast immer nur in einer Art bekannt. Sicher sind sie viel reicher entwickelt, als wir derzeit wissen. Die

meisten der bekannten Formen sind Süßwasserorganismen. Der Umstand aber, daß von den derzeit bekannten Heterocapsinen gerade die höchstentwickelten: *Helminthogloea* und *Malleodendron* marin sind, läßt vermuten, daß auch im Meere noch weitere Formen gefunden werden.

Von den Heterocapsineen leben planktontisch im Süßwasser *Gloeochloris*, im Meere die nicht ganz sichere *Pelagocystis*.

Gewiß finden sich unter den anderen bis jetzt beschriebenen grünen „Gallertalgen" noch weitere Heterokonten. Die mangelhaften und unvollständigen Beschreibungen und Beobachtungen erlauben es nicht, jetzt schon Umstellungen vorzunehmen.

Eine einzige Ordnung:

Heterocapsales Pascher 1911.

Pascher, Hedwigia **53** (1911), 13,21; Ber. Deutsch. Bot. Ges. **32** (1914) 158; Süßwasserfl. **11** (1925) 28; Beih. Bot. Centr. **49**, Abt. 2 (1931) 324. — Oltmanns, Morph. Biol. Alg., Aufl. 2, **1**, 26. — West und Fritsch, Treatise, Aufl. 2 (1927) 303. — Smith, G. M., Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 145.

Mit den Merkmalen der Klasse.

Zwei Familien:

Zellen zu mehreren bis vielen von formlosen oder geformten Gallerten allseitig umgeben, regelmäßig oder unregelmäßig verteilt, in Gruppen oder spitzenwärts gehäuft . . . . . ***Heterocapsaceae.***

Zellen einzeln, auf derben, verzweigten Gallertstielen ***Malleodendraceae.***

Heterocapsaceae Pascher 1911.

Pascher, Hedwigia **53** (1911) 13, 21; Süßwasserfl. **11** (1925) 29; Beih. Bot. Centr. **49**, Abt. 2 (1931) 324.

Syn.: Smith, G. M., Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 145.

Zellen allseitig von Gallerten umgeben. Lager unbestimmt oder bestimmt geformt, hautartig, klümpchen- bis knotenartig oder in der Form verzweigter Gallertstränge, festsitzend oder frei, z. T. planktontisch.

Bestimmungsschlüssel der Heterocapsaceae[1][2].

I. Unbestimmt oder bestimmt geformte Gallertlager, festsitzend oder frei; doch nicht gleichmäßig verzweigt strangförmig und ohne apikale Häufung teilungsfähiger Zellen . . . . . *Heterocapseae.*

---

[1]) Siehe die Zusammenstellung der Heterocapsalengattungen, Fig. 19, S. 26.

[2]) Unsicher ist *Leuvenia*, s. Anhang an die *Heterococcales*.

1. Lager unbestimmt, hautartig bis zerflossen strangartig; Zellen ohne bestimmte Anordnung. Chromatophoren binnenständig **Heterogloea 1.**
2. Lager mit bestimmt angeordneten Zellen.
   A. Klümpchen- bis knotenförmige Gallertmassen, Zellen peripher zu zwei oder vier in kleinen Vorwölbungen der Gallerte **Chlorosaccus 2.**
   B. kugelige bis ellipsoidische, treibende Gallertklümpchen, Zellen peripher und gleichmäßig in der Gallerte . . **Gloeochloris 3.**

II. Scharf begrenzte Gallertstränge, die büschelförmig verzweigt sind, basal festsitzend, Zellen an der Strangspitze gehäuft; marin *Helminthogloeae.*
eine Gattung. . . . . **Helminthogloea 4.**

Heterocapseae.

Charakteristik siehe S. 277 im Bestimmungsschlüssel.

1. Heterogloea Pascher 1930 (Fig. 19*i*, 185–189).

(ἕτερος = verschieden, γλοῖος = schleimig.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 666.

Syn.: *Chlorogloea* Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 407; aber nicht *Chlorogloea* Wille, die eine Cyanophycee ist.

Zellen zu wenigen oder zu sehr vielen in großen Lagern oft in ungeformten Gallerten lebend und von Gallerte vollständig umhüllt. In der Gallerte bis jetzt keine Struktur, auch keine deutlichen Schichtungen nachgewiesen. In manchen Lagern die Gallerte sehr fest, bei größeren Lagern sich aber verflüssigend. Zellen einzeln, knapp nach der Teilung zu zweien oder zu vieren genähert, doch sonst regellos in der Gallerte, rund, oder knapp nach der Teilung mehr ellipsoidisch bis eiförmig, oft etwas unregelmäßig dreieckig. Keine differenzierte Membran. In den Zellen je ein oder zwei (dann aber auch in jungen Zellen ein) oder in alten Zellen ausnahmsweise drei Chromatophoren, welche nicht wandständig sind, sondern sich bei den bis jetzt bekannten Arten im Inneren der Zelle befinden, breit bandförmig und nicht selten gefaltet sind und unregelmäßige Ränder haben. Chromatophoren zart gelbgrün, selten intensiver. An den bisher bekannten Arten im unbeweglichen Zustande kein Stigma vorhanden. Kontraktile Vakuole meistens eine (?). Als Assimilate die typischen Heterokonten-Reservestoffe: Fett, Öl, glänzende Ballen (Leukosin?) und außerdem die üblichen, bei Heterokonten sehr häufigen glänzenden, stäbchenförmigen Gebilde.

Vermehrung meist durch Zweiteilung, seltener durch Vierteilung, in welchem Falle die Tochterzellen, auch wenn sie sich weiter voneinander entfernt haben, eine Zeitlang tetraedrische Anordnung einhalten. Die beweglichen Schwärmerstadien gehen entweder direkt aus den vegetativen Zellen oder nach ihrer Teilung hervor. Sie sind ellipsoidisch-eiförmig, sehr metabol, besitzen einen oder zwei binnenständige Chromatophoren, ein kleines punktförmiges Stigma und eine relativ lange Hauptgeißel. Cysten mit einer festen, starkglänzenden Membran, die aus zwei annähernd gleichgroßen Schalen besteht.

Heterogloea steht unter den bisher bekannten Heterocapsaceen isoliert. Sie weicht vor allem durch den binnenständigen Chromatophorenapparat, die Unbestimmtheit der Lager, die regellose Verteilung der Zellen auch in den mehr hautartigen Ausbildungen ab.

Zellen fast immer mit zwei Chromatophoren . . . . . ***Heterogloea endochloris* 1.**

Zellen mit einem Chromatophoren

bis 4 μ groß, ohne Pyrenoid . . . . . ***Heterogloea minor* 2.**

bis 10 μ groß, mit Pyrenoid . . . . . ***Heterogloea pyreniger* 3.**

1. Heterogloea endochloris Pascher 1930 (Fig. 19*h*, *i* 185, 186).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 666.

Syn.: *Chlorogloea endochloris* Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 408.

Abb.: Pascher a. a. O., Fig. 4, S. 408; Taf. 21, Fig. h (1930).

Lager unregelmäßig und unbestimmt geformt, meist hautartig höckerig aufsitzend und sich auch von der Unterlage ablösend. Zellen bis 8 μ messend, wenn ausgewachsen, immer mit zwei binnenständigen Chromatophoren. Geißel an den Schwärmern bis $1^1/_2$mal so lang wie der Protoplast. Cysten gesehen (Fig. 186).

Vorkommen: Mit Eisenbakterien, *Ophiocytium*, *Centritractus* und anderen Algen aus Kolken am Pirtschenteiche bei Franzensbad in Böhmen (1927).

2. Heterogloea minor (Fig. 187, 188).

Kolonie wie bei *Heterogloea endochloris:* unbestimmte, zuerst scharf, später aber unscharf begrenzte Lager, in denen die Zellen zuerst dichter, dann aber recht voneinander abgerückt liegen. Zellen kugelig, oft sehr blaß, manchmal leicht formveränderlich und sicherlich nackt. Ausgesprochen amöboide Formveränderungen aber nicht gesehen. In den Zellen ein

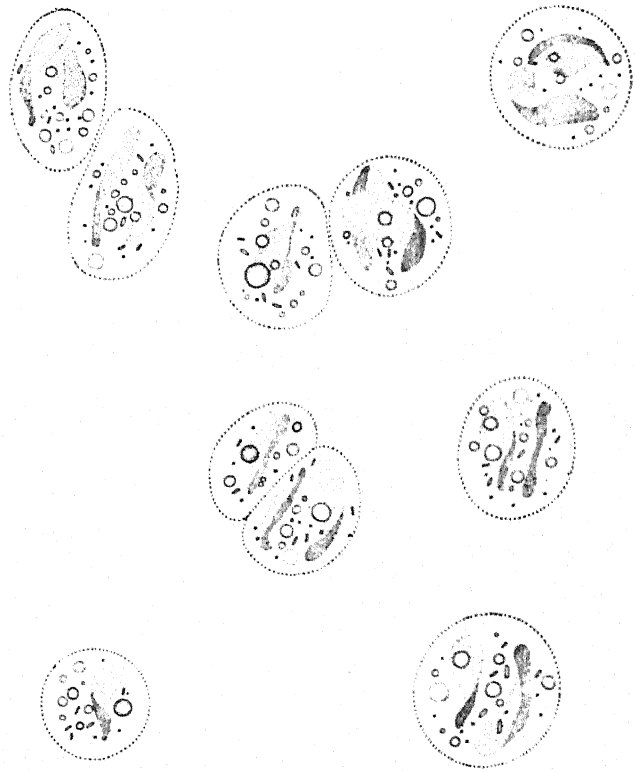


Fig. 185. *Heterogloea endochloris:* Teil des unbestimmt geformten Gallertlagers mit den mehr oder weniger rundlichen Zellen, die zumeist keine eigenen Gallertschichten erkennen lassen.

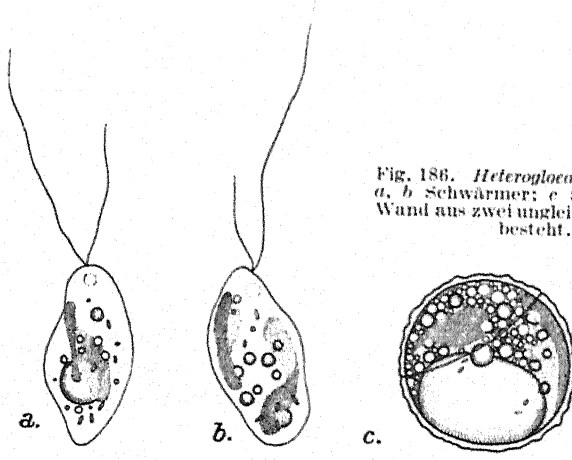


Fig. 186. *Heterogloea endochloris:* *a*, *b* Schwärmer; *c* Spore, deren Wand aus zwei ungleichen Schalen besteht.

einziger flach mulden- bis bandförmiger und binnenständiger Chromatophor, der keine weiteren Einzelheiten erkennen läßt. Wahrscheinlich ist immer eine kontraktile Vakuole vorhanden. Die Existenz einer zweiten nicht feststellbar. Oft sind aber bei der

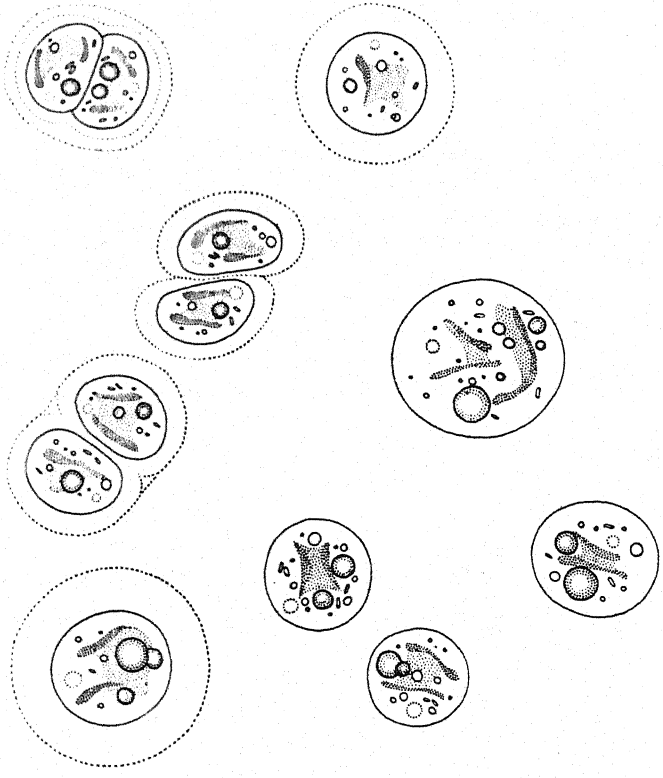
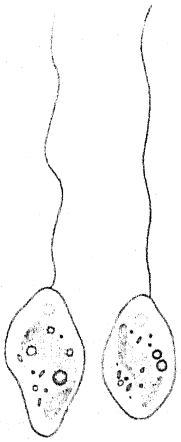


Fig. 187. *Heterogloea minor:* Teil eines unbestimmt geformten Gallertlagers, Zellen im allgemeinen kugelig, einzelne oft auffallend groß, die Teilungsstadien in jüngeren Zellen meist mit deutlichen, später verschwindenden Gallertschichten umgeben.

geringen Größe der Zellen die Vakuolen kaum zu sehen. Teilung in der Form einfacher Zweiteilung, wonach die beiden Zellen eine Zeitlang durch eine deutlichere Gallertschicht zusammengehalten werden, die aber mit der Zeit undeutlich wird. Schwärmer ein einziges Mal gesehen, kugelig bis kurz birnförmig. Nur eine 2–3mal körperlange Geißel festgestellt. Entweder fehlt die Nebengeißel ganz, oder sie entging der Beobachtung. Sporen nicht gesehen.



Zellen maximal 4–6 μ groß. Lager bis 100 μ messend.

Fundort: Zwischen verschiedenen Blaualgen im Schleime, der in sauren stehenden Gewässern gegen den Sommer zu oft massenhaft verschiedenen Wasserpflanzen ansitzt. Auf *Potamogeton* in den Musikantenteichen bei Hirschberg (1930).

Fig. 188. *Heterogloea minor:* Die charakteristischen, eingeißeligen Schwärmer.

3. Heterogloea pyreniger (Fig. 75, 189).

Lager ganz unbestimmt, oft in Schleimen anderer Gallertalgen lebend, nicht völlig frei gesehen, sehr weich und diffus. Zellen kugelig, manchmal mit deutlichen Gallertschichten umgeben, manchmal ganz amöboid werdend, wobei die Zellen langsam in der weichen Gallerte herumkriechen. Chromatophor einer, breit bandförmig, oft sehr blaß, mit einem großen, meist auffallenden, annähernd in der Mitte stehenden Pyrenoide. Kontraktile Vakuolen zwei. Schwärmer mit einer anderthalbmal körperlangen Hauptgeißel und einer kurzen Nebengeißel. Sporen nicht gesehen.

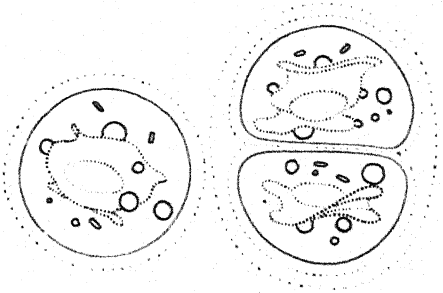


Fig. 189. *Heterogloea pyreniger:* Drei Zellen aus einem Lager, der binnenständige Chromatophor mit dem Pyrenoid deutlich.

Zellen bis 10 μ groß.

Vorkommen: In *Schizochlamys*-Lagern im Hirschberger Großteich. An *Typha* im Schleim, der die Stengel und Blätter überzog. Anscheinend Form höherer p_H-Werte (1936).

Es gibt eine Reihe noch unbeschriebener Heterocapsaceen, die in ihrer Lagerbildung *Heterogloea* sehr nahe kommen und dabei wandständige Chromatophoren haben. Meine Beobachtungen reichen aber derzeit nicht zur Beschreibung aus.

2. Gloeochloris Pascher 1932 (Fig. 190–192).

(γλοῖος = schleimig, χλωρής = die Grüne.)

Pascher, Arch. Prot. 77 (1932) 319.

Syn: *Chlorosaccus* bei Smith, Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 145.

Zellen in kleinen, makroskopisch schwer sichtbaren, kugeligen, später ellipsoidischen, sehr glasigen Gallertkolonien lebend, die in der Form winziger Klümpchen treiben oder festgewachsen sind. Gallerte die mehr peripher und annähernd radiär gelagerten Zellen deutlich bis mächtig überschichtend, ohne weitere Strukturen und Schichtungen, bis auf den Umstand, daß junge Zellen oder Teilungsstadien ein oder zwei sehr zarte Schichten erkennen lassen. Gallertkolonie zentral nicht hohl, wenn auch weicher. Gallerte manchmal sehr fest, fast knorpelig, nur zur Zeit der Schwärmerbildung weich und fast flüssig. In die äußere Gallertpartie sind nicht selten in einer deutlichen Schicht kleine Körperchen eingelagert, deren Natur unklar blieb. Da sie nicht immer vorhanden sind — um Bakterien handelt es sich keinesfalls, vielmehr um Substanzen mineralischer Natur — schienen sie nicht typisch für die Alge zu sein.

Zellen kugelig bis ellipsoidisch oder unregelmäßig gestreckt eiförmig, gerade oder gekrümmt; ziemlich gleichgroß, nur selten ganz auffallend große Zellen dazwischen. Die Zellen sind nicht sehr formveränderlich, aber zur Formveränderung fähig, ja sie können, wenn auch nur gelegentlich innerhalb der Gallerte, völlig amöboid werden. Im allgemeinen sind bei normaler Ausbildung Geißeln an den Zellen nicht zu sehen. Chromatophoren in ausgewachsenen Zellen meist drei bis vier, selten mehr (abgesehen von den ganz großen vereinzelt auftretenden Riesenzellen, die bis 30 haben können). Chromatophoren ohne Pyrenoide. Dem Ende der Zelle, das gegen das Zentrum der Kolonie gerichtet ist, eingelagert: eine deutliche kontraktile Vakuole (seltener zwei). In der nicht formveränderten Zelle liegt dem Chromatophoren, der der kontraktilen Vakuole am nächsten ist, manchmal ein deutliches, nicht rotes, sondern mehr schwärzliches Stigma an, das in seiner Größe bei den einzelnen Zellen sehr wechselt.

Leukosin, Fett und Öl, sowie auch die kleinen, kurz stäbchenartigen, stark glänzenden Körperchen; diese oft in großer Menge dem äußeren Ende der Zellen genähert.

Vermehrung durch meist etwas schiefe Längsteilung, die nicht immer gleich große Tochterzellen ergibt. Die Zellen liegen

dann etwas schief nebeneinander, um sich schließlich parallel nebeneinander zu legen. Dabei kommt es gleichzeitig zur Abscheidung von einer oder zwei zarten Gallertschichten um die Einzelzellen.

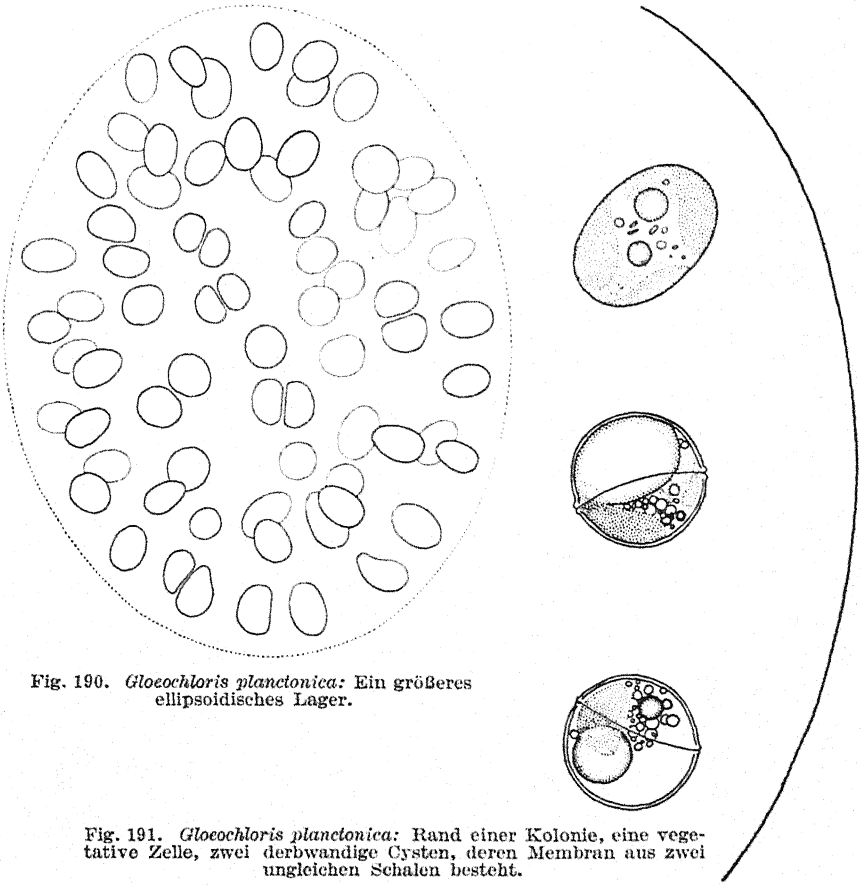


Fig. 190. *Gloeochloris planctonica:* Ein größeres ellipsoidisches Lager.

Fig. 191. *Gloeochloris planctonica:* Rand einer Kolonie, eine vegetative Zelle, zwei derbwandige Cysten, deren Membran aus zwei ungleichen Schalen besteht.

Schwärmer sehr formveränderlich mit einer(?) oder zwei kontraktilen Vakuolen. Je nachdem, ob die Schwärmer ohne oder mit Teilung des Protoplasten entstehen, haben sie einen, zwei oder drei bis vier Chromatophoren. Stigma vorhanden oder fehlend. Geißelapparat sicherlich bei einer Art nur aus einer einzigen, der langen Hauptgeißel, bestehend, die bis eineinhalb so lang werden kann wie der Protoplast und deutlich unter dem Vorderende scheinbar etwas auf der Bauchseite einsetzt; bei einer zweiten Art zwei ungleiche Geißeln.

Gelegentlich sind in den Kolonien Sporen. Ihre Bildungsweise konnte nicht festgestellt werden; wahrscheinlich werden sie endoplasmatisch gebildet. Sporen glatt. Ihre Wand aus zwei gleichen oder ungleichen Schalen gebildet, deren aneinanderschließende Ränder meist etwas wulstig verdickt sind. Sporenwand sonst bei der bis jetzt beobachteten Art glatt.

Gloeochloris ist kaum mit einer anderen Heterocapsale zu verwechseln. Verwechselungen sind aber möglich beim Studium von fixiertem oder sonst abgestorbenem Chrysophyceenmateriale, das grün geworden ist. Dann sind gewisse Chrysocapsen des Planktons und vor allem *Gloeochrysis* der Gattung *Gloechloris* sehr ähnlich. Die Untersuchung lebenden Materiales ist Voraussetzung.

Die Entwicklungsgeschichte konnte bis auf die Keimung der Sporen ziemlich verfolgt werden. Die Schwärmer treten mit dem Hinterende nach vorne aus der sich erweichenden Kolonie aus. Sie schwärmen, soweit die Boebachtungen reichen, nur ganz kurze Zeit, um sich dann zuerst fast kugelförmig zusammenzuziehen, worauf sie sich etwas strecken und die charakteristische annähernd ellipsoidische Gestalt annehmen. Zu gleicher Zeit erfolgt die Abscheidung der Gallerte, die zuerst nur in dünner Schicht zu sehen ist, aber bald zu einem mächtigen Hofe aufquillt. Durch Teilung entstehen zunächst etwas längliche, zweizellige Kolonien, die im Vierzellenstadium wieder mehr kugelig werden. Das hängt von der Lage der aufeinanderfolgenden Zellgenerationen ab.

Zwei Arten:

Zellen ellipsoidisch, Schwärmer eingeißelig ***Gloeochloris planctonica* 1.**
Zellen fast kugelig; Haupt- und Nebengeißel ***Gloeochloris minor* 2.**

1. Gloeochloris planctonica Pascher 1932 (Fig. 190–192).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 322.

Abb.: Pascher, ebenda Fig. 9, S. 320; Fig. 10, S. 321; Fig. 11, S. 322.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen durchschnittlich bis 11 μ lang, Riesenzellen bis 25 μ in der Länge messend. Riesenzellen oft mehr kugelig als die normalen vegetativen Zellen. Sporen bis 10 μ groß. Lager bis 100 μ messend, meist aber viel kleiner.

Ausgesprochener oligothermer Planktont, der ungemein labil ist und bei Zimmertemperatur in kürzester Zeit zugrunde geht. Bis jetzt nur in den Frühjahrsschmelzwässern einiger kleiner, pflanzenreicher Kolke um Franzensbad in Böhmen (1927).

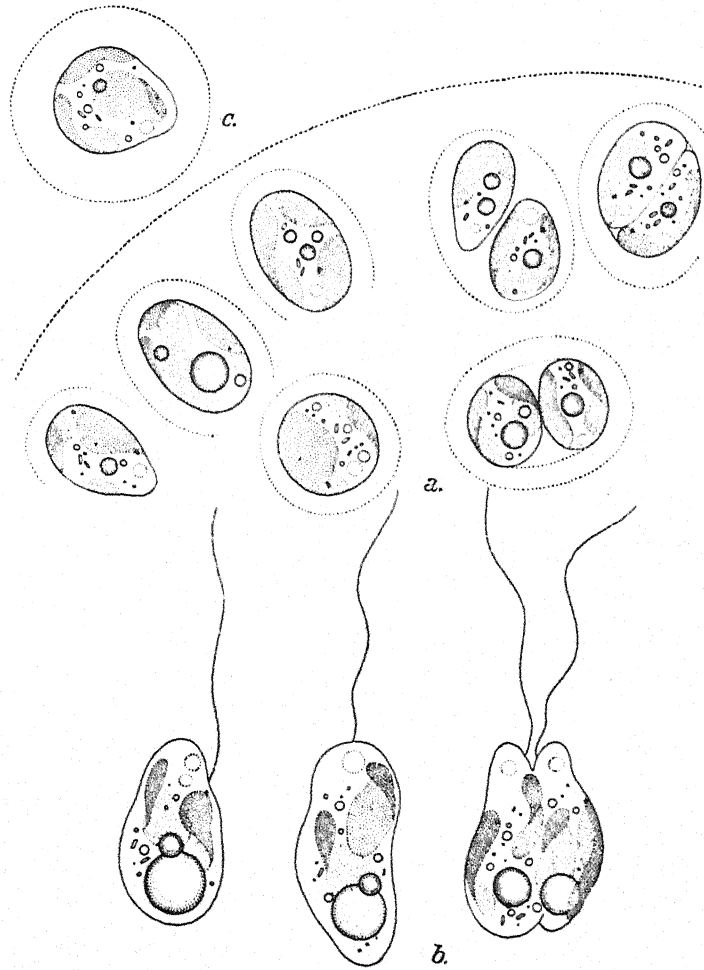


Fig. 192. *Gloeochloris planctonica:* Randteil eines Lagers, die peripher orientierten ellipsoidischen bis birnförmigen Zellen besitzen meistens ein Stigma und sind von einer zarten, später verschwindenden Gallerthülle umgeben; *b* Schwärmer, rechts einer in Teilung.

2. Gloeochloris minor (Fig. 193)

Kolonien wie *G. planctonica*, nur mehr derb und knorpelig (ob immer?), meist kugelig, oft in Zerteilung in zwei oder mehrere Kolonien befindlich. Zellen sehr regelmäßig peripher und radiär angeordnet, kugelig mit meist einem großen, muldenförmigen Chromatophoren, der manchmal stark zerlappte Ränder hat und mehrere Chromatophoren vortäuschen kann. Kontraktile

Vakuolen vorhanden. Schwärmer mit deutlich ca. ein Viertel der Hauptgeißel messender Nebengeißel. Sporen nicht gesehen.

Zellen 8–12 μ messend.

Vorkommen: Zwischen angetriebenen Algenwatten am Pirtschenteich (bei Franzensbad i. Böhmen). Ob planktontisch?

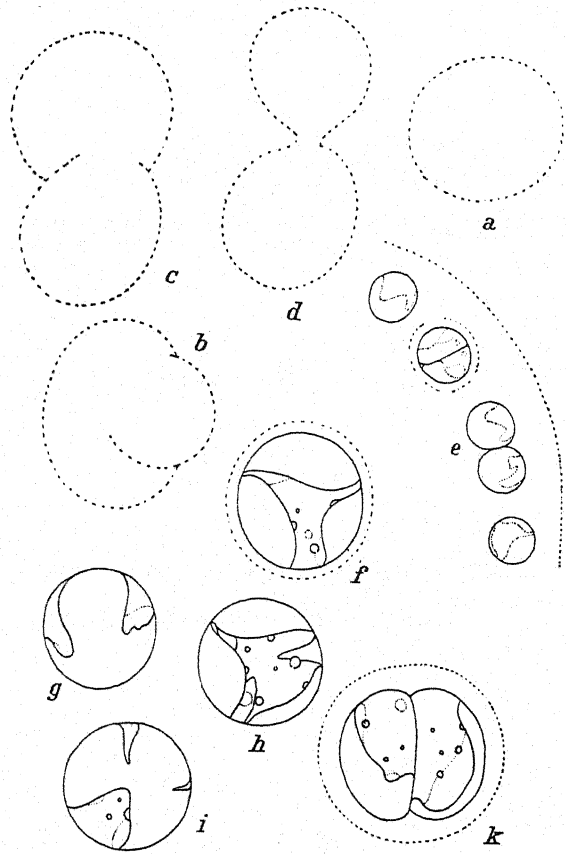


Fig. 193. *Gloechloris minor: a–d* Kolonien, auch in Zerteilung; *e* Rand einer Kolonie mit den peripheren Zellen; *f, g, h, i* Einzelzellen; *f, h* von oben, *g* von der Seite, *i* von unten, beachtete die verschiedenen Ansichten der stark gelappten Chromatophoren; *k* Teilung.

Vorläufig sei zu *Gloeochloris* gestellt:

Gloeochloris Smithiana Pascher nov. comb. (Fig. 194 s. S. 289).

Syn: *Chlorosaccus fluidus* Smith, G. M., Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 145.

Abb.: ebenda S. 145, Fig. 92.

Gallertklümpchen kugelig bis ellipsoidisch, an Wasserpflanzen haftend. Zellen ellipsoidisch mit mehreren — bis 6 — Chromato-

phoren, die wandständig sind. Schwärmer mehr länglich, mit zwei ungleichen Geißeln, in den Morgenstunden austretend. Dickwandige Akineten mit zahlreicheren Chromatophoren und mit viel Reservestoffen beobachtet.

Zellen 10–15 μ lang, 8,5–10 μ breit.

Vorkommen: Vereinigte Staaten (im Frühling): Mud Lake in der Nähe der Stanford-Universität in Kalifornien.

Smith führt diese Form als *Chlorosaccus fluidus*. Mit dieser von Luther beschriebenen Alge hat diese Art kaum etwas zu tun. Es fehlt die regelmäßige Anordnung der Zellen. Die Stellung bei *Gloeochloris* ist kaum endgültig: die Smithsche Form unterscheidet sich von der *Gl. planctonica* durch die festsitzende Lebensweise und den Besitz zweier Geißeln, während bei *Gl. planctonica* die Nebengeißel völlig zurückgebildet ist.

3. Chorosaccus Luther 1899 (Fig. 195–198).

(χλωρός = grün, ὁ σάκκος = der Sack.)

Luther, Bih. Kgl. Svensk. Ved. Ak. Handl. **24**/3, Nr. 13 (1899) 13. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 29. — Printz, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 384. — Haud *Chlorosaccus* bei Smith, Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 145.

Kolonien sackartig bis fast kugelig, manchmal recht unregelmäßig; Zellen peripher stehend. In der Oberfläche der Gallertlager sind kleine, vorstehende, stumpfe Höckerchen von halbkugelig-kegeliger Form, die dicht nebeneinander stehen und dem Gallertlager im Profil ein merkwürdig hügeliges Aussehen geben. In diesen kleinen Höckerchen sind die unbeweglichen Zellen einzeln, zu zweien oder zu vieren einander genähert, je nachdem sie ungeteilte oder Teilungsstadien von einer oder zwei Teilungsfolgen darstellen. In diesen Höckerchen stehen die Zellen schief aufrecht, besitzen zwei, seltener mehrere große muldenförmige, wandständige Chromatophoren. Inwieweit kontraktile Vakuolen vorhanden sind, ist noch nicht untersucht worden. Die Höckerchen können auch durch starke, einseitige Gallertausscheidungen sehr verlängert sein und Andeutungen von Verzweigungen darstellen. Dann sind in ihnen gewöhnlich nur eine oder zwei Zellen. Von oben gesehen zeigen diese Lager in typischer Ausbildung, besonders wenn sie mit Farbstoffen gefärbt sind, ein Aussehen, das sie *Gloeocystis*-artigen Stadien sehr ähnlich macht; oder aber es schließen

die Gallerten um die Zellen förmlich parenchymatisch aneinander. Als Assimilate treten Fett oder Öl auf.

Die Zellen können sich direkt vergrößern, mit einer derben Membran umgeben und zu einer Art Akineten werden; dabei vermehren sich die Chromatophoren sehr und vielleicht auch die Kerne, doch ist dieser Umstand noch nicht überprüft.

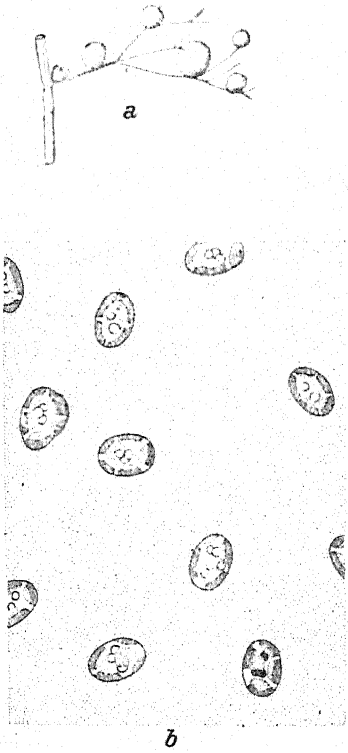


Fig. 194. *Gloeochloris Smithiana:* *a* kleine Kolonien auf einer Wasserpflanze; *b* ein Lagerstückchen stark vergrößert (nach SMITH).

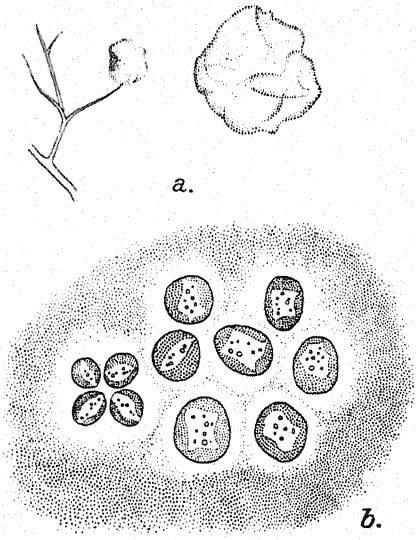


Fig. 195. *Chlorosaccus fluidus:* *a* kleine, klümpchenförmige, gallertige Lager, die festsitzen oder flottieren können; *b* kleine Kolonie aus keimenden Schwärmern entstanden, in Tuscheemulsion gebracht: die Gallerthöfe der Zellen in der dunklen Tuscheemulsion deutlicher (nach LUTHER).

Die unbeweglichen Zellen der Lager können sich direkt in kleine Schwärmer umwandeln. Diese sind ellipsoidisch bis birnenförmig, oft leicht gekrümmt und sind allem Anschein nach metabol; sie besitzen zwei große, seiten- und wandständige Chromatophoren, eine bis $1^1/_2$mal körperlange Hauptgeißel und eine winzige Nebengeißel. Ich vermute sogar, daß sie amöboid werden können. Dafür spricht der Umstand, daß LUTHER ausdrücklich angibt, daß sie im hyalinen Ende sehr oft einen plasmodialen Fortsatz treiben. Die Schwärmer kommen bald zur Ruhe, umgeben sich mit Gallerte und bilden dann neue Lager der beschriebenen Form.

Bei *Chlorosaccus* ist noch mancherlei unbekannt. Vor allem der Membranbau der dickwandigen Akineten, welche durch

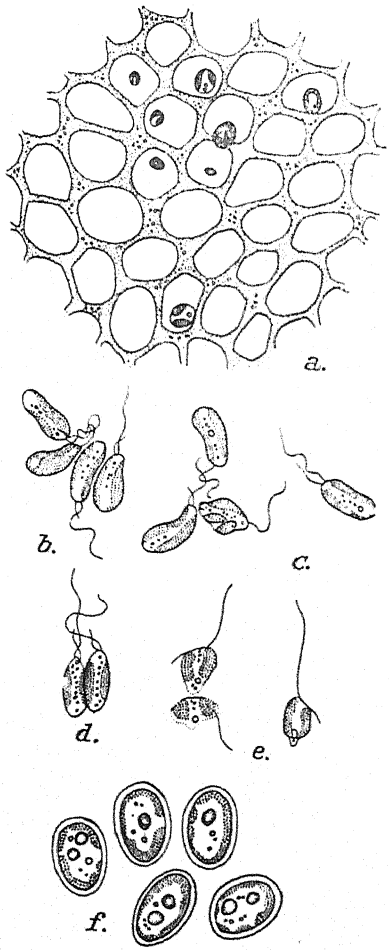


Fig. 196. *Chlorosaccus fluidus: a* Gallerten mit Rutheniumrot gefärbt und kontrahiert, unbeweglich gewordene behäutete Zellen; *b* vier Schwärmer durch Gallerte zusammengehalten; *c* dieselben sich voneinander trennend, *d* die Schwärmer in Gallerte parallel zusammengehalten. *f* Akineten.

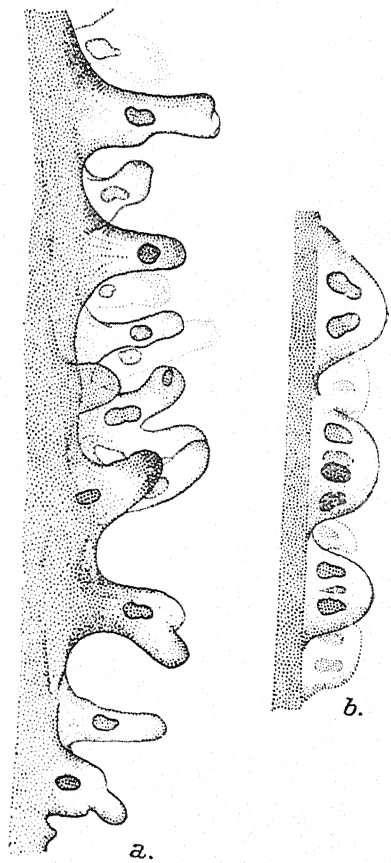


Fig. 197. *Chlorosaccus fluidus:* Profilansicht der Ränder von Kolonien. Gallerthüllen mit Methylviolett gefärbt, die Zellen in kleinen Vorwölbungen der Gallerte, oft zu vier und normal zur Oberfläche stehend.

direkte Vergrößerung der vegetativen Zellen entstehen sollen(?). Unbekannt ist ferner die Keimung dieser Cysten. Genauerer Untersuchung bedarf noch der Aufbau des Gallertlagers und die Struktur der Gallerte.

Eine Art beschrieben:

Chlorosaccus fluidus LUTHER 1899 (Fig. 195–198).

LUTHER, Bih. Kgl. Svensk. Ved. Ak. Handl. **24**/3, Nr. 13 (1899) 13. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 29. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 384.

Abb.: LUTHER a. a. O., Taf. 1, Fig. 1–26 (1899). — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925), Fig. 16, S. 20; Hedwigia **53** (1911), Fig. 2 $_{11-13}$, S. 12. — PRINTZ a. a. O. (1927), Fig. 285. (Alles Kopien nach LUTHER.)

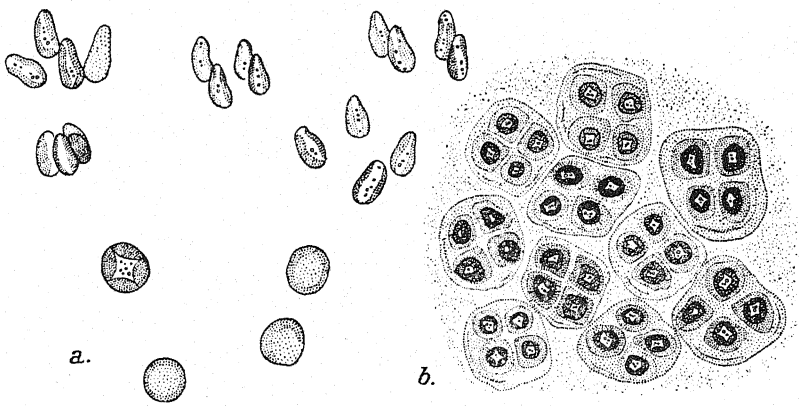


Fig. 198. *Chlorosaccus fluidus: a* Auseinanderweichen der Zellen einer lebenden Kolonie; *b* Flächenansicht einer Kolonie; Färbung mit Methylviolett, Gallerthüllen um die Zellen und die Zellgruppen deutlich (nach LUTHER).

Mit den Merkmalen der Gattung. Einzelzellen 10–11 μ lang, 5–8 μ breit. Kolonien bis 15 mm groß, fast flüssig, gelblichgrün. Angewachsen oder (dann sekundär) losgelöst und freischwimmend. Akineten von ellipsoidischer Form, 11–13 μ lang, 7–10 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Schweden bekannt: im See Kvarn-Sjön bei Nacka in der Nähe von Stockholm; auf Blättern von *Sium latifolium*. — Vielleicht oligotherme Frühjahrs- und Herbstform, da sie vom Autor Oktober-November 1898 gefunden wurde.

Chlorosaccus sieht durch die Anordnung seiner Zellen in Zweier- oder Vierergruppen, die in kleinen Höckerchen stehen, einer Chrysocapsale *Chrysosaccus* PASCHER oder auch *Tetraspora* ähnlich. Die Chrysocapsale bildet aber hautartige Überzüge.

Folgende Gattungen stelle ich, deshalb, weil sie nur wenig bekannt sind und wir über ihre wichtigsten morphologischen Einzelheiten zu wenig wissen, nur mit allem Vorbehalt zu den Heterokonten bzw. zu den Heterocapsaceen. Es handelt sich durch die Bank um Formen, die erst einmal oder nur wenige Male gesehen wurden.

Pelagocystis LOHMANN 1904 (Fig. 199).

(πέλαγος = hohe See, κύστις = Blase.)

LOHMANN, Ergebn. Plankton-exp. Humboldstift. 4 (1904) Nr. 4.

Syn: *Clementsia* MURRAY, Geograph. Journ. **25** (1905), fide PRINTZ.

Treibende, klare, ellipsoidische Gallertkolonien, in denen lockere *Gloeocapsa*- bzw. *Gloeocystis*-artige Verbände von Zellen liegen. Zellen kugelig bis ellipsoidisch, mit einem glockenförmigen Chromatophoren, der kein Pyrenoid hat. Zellkern zentral, Reservestoff Öl. Die Zellen besitzen innerhalb der Lagergallerte noch eine deutlich abgesetzte Gallerthülle. Nach der Teilung bildet jede Tochterzelle eine eigene Gallerthülle aus, wobei die später gebildeten Gallerthüllen von den gedehnten Gallerthüllen der Mutterzelle zusammengehalten werden, so daß schließlich kleine Kolonien und ineinandergeschachtelte Gallertsysteme entstehen, die von den gequollenen Gallertschichten der Ausgangszellen zusammengehalten werden. Die Teilungen erfolgen nach drei Richtungen des Raumes.

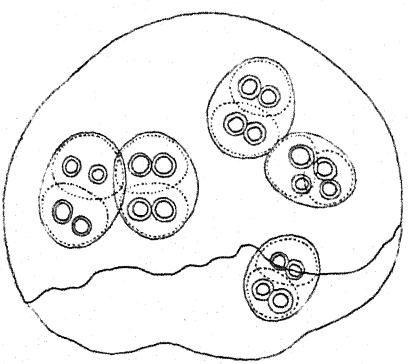


Fig. 199. *Pelagocystis oceanica* (nach LOHMANN).

Andere Angaben liegen nicht vor.

Eine einzige Art:

Pelagocystis oceanica LOHMANN 1904, (Fig. 199).

LOHMANN, a. a. O. (1904).

Syn.: *Clementsia Markhamiana* MURRAY a. a. O. 1905 (siehe PRINTZ).

Abb.: LOHMANN a. a. O.

Als Planktonalge in wärmeren Teilen des Atlantik.

Zu den Heterocapsalen wurden auch noch weitere Gattungen gestellt, die aber nur, ein- oder wenige Male gefunden, recht wenig bekannt sind und bei denen die Angaben nicht mit Sicherheit die Selbständigkeit der Formen erweisen. Es kann bei ihnen nicht ausgeschlossen werden, daß es sich dabei um nur gelegentlich auftretende palmelloide oder *Gloeocystis*-artige Gallertstadien anderer Heterokonten handelt. Bei keiner ist die Entwicklungsgeschichte auch nur in Bruchstücken bekannt, bei keiner von ihnen mit Sicherheit die Vermehrung durch Schwärmer beobachtet worden.

Die Formen wurden im System der Algen z. T. immer hin- und hergeschoben, z. T. wurden sie mit Gattungen vereinigt, zu denen eine Verwandtschaft sicher nicht erweisbar ist. Am besten wäre es, diese Formen ganz zu streichen. Ich erwähne sie nur deshalb, weil bei weiteren Studien die abgebildeten Stadien die richtige Deutung finden könnten.

Dictyosphaeriopsis SCHMIDLE 1903 (Fig. 200).

(*δίκτυον* = Netz, *σφαῖρα* = Kugel, nach der Grünalge *Dictyosphaerium* benannt.)

SCHMIDLE, Ber. Deutsch. Bot. Ges. **21** (1903) 354. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 32. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 384.

Sehr kleine, gallertige, freischwimmende oder auch vorübergehend ansitzende, leicht gelappte, gallertige Lager, in denen die Zellen peripher in radiärer Anordnung dicht nebeneinander liegen. Zellen ellipsoidisch bis leicht eiförmig, mit zwei wandständigen Chromatophoren und zentralem Kerne. Stärke und Pyrenoide nicht gesehen. Gallerte der Kolonie strukturlos, nach Färbung aber um die Zellen herum je eine zarte, eigene Gallerthülle deutlich werdend. Vielleicht die ganze Kolonie hohl. Vermehrung durch Zweiteilung der Zellen. Schwärmer nicht gesehen.

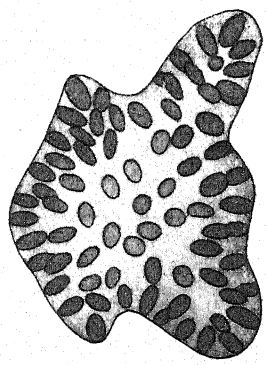


Fig. 200. *Dictyosphaeropsis palatina:* Eine unsichere Heterokonte, vielleicht palmelloides Stadium einer anderen Heterokonte (nach SCHMIDLE).

Eine Art beschrieben:

Dictyosphaeriopsis palatina SCHMIDLE 1903 (Fig. 200).

SCHMIDLE a. a. O. (1903) 354. — PASCHER a. a. O. (1925) 32.

Abb.: SCHMIDLE a. a. O., Taf. 18, Fig. 18/9. — (Bei PASCHER und PRINTZ a. d. a. O. Kopien davon.)

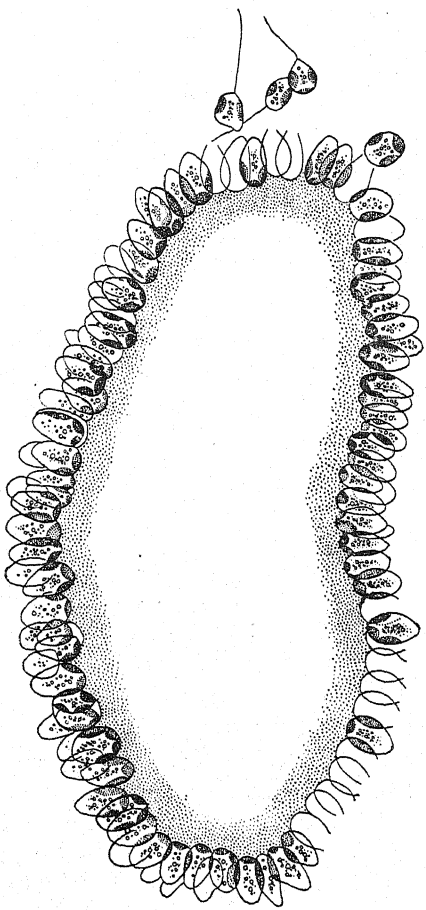


Fig. 201. Von BORZI irrtümlich zu *Mischococcus* gestelltes Stadium, das mit *Dictyosphaeriopsis* eine gewisse Ähnlichkeit hat, als Beleg dafür, daß *Dictyosphaeriopsis*-artige Ausbildungen bei verschiedenen Heterokonten vorkommen können (nach BORZI).

Bis jetzt nur aus den Altrheinen um Neuhofen bei Ludwigshafen in der Pfalz (Deutschland).

Diese Alge wurde von WILLE und PRINTZ mit der Gattung *Racovitziella* vereinigt, die ebenfalls nur unvollständig, und vor allem nach fixiertem Materiale, beschrieben ist, von der also nicht einmal feststeht, ob die gelbgrüne Färbung der Chromatophoren von vorneherein vorhanden war, oder ob sie erst an den ursprünglich braunen Chromatophoren durch den Farbenumschlag beim Tode zustande kam. Ich bin dieser Zusammenziehung auch in meiner Bearbeitung der Heterokonten für die Süßwasserflora nicht gefolgt.

Die Zusammenziehung von *Dictyosphaeriopsis* mit *Tetrasporopsis*, die auch noch PRINTZ in den Nat. Pflanzenfam. vornimmt, ist völlig unbegründet. *Tetrasporopsis* ist, wie bereits die Autoren der Gattung angeben, mit braunen Chromatophoren versehen und wurde in der letzten Zeit von K. MEYER und mir näher untersucht. Sie ist eine typische,

oft größere, hautsack- o. netzartige Lager bildende Chrysophycee: eine Chrysocapsale. Ich bin bereits 1925 dieser Zusammenziehung nicht gefolgt. Ich würde dazu neigen, die SCHMIDLEsche Gattung ganz zu streichen, nicht nur deshalb, weil sie ungenügend bekannt ist, sondern auch deshalb, weil auch bei anderen Heterokonten gelegentlich solche Gallertstadien auftreten können. Ich verweise auf die beigegebene Abbildung nach BORZI (Fig. 201), die völlig *Dictyosphaeriopsis*-artig aussieht. Ferner sah ich bei einer *Tribonema*, deren Fäden in pallmelloider Auflösung begriffen waren, die Bildung kleiner Gallertlager, die nicht wie sonst *Gloeocystis*-artig ineinandergeschachtelte Gallertschichten hatten, sondern ganz *Dictyosphaeriopsis*-artig aussahen, wenn auch die Spezialgallerten um die Einzelzellen der Lager schon ungefärbt sehr deutlich sichtbar waren.

Die Gattung *Askenasyella* SCHMIDLE 1902 (nach dem Algologen ASKENASY)

(Hedwigia **41**, 154) gehört nicht zu den Heterokonten, obwohl ich sie noch in meiner Süßwasserflora **11** (1925) 83 bei ihnen behandelte.

Ich konnte seit 1925 sowohl festsitzend wie treibend (wahrscheinlich sekundär abgelöst) Algen finden, die in der Form der Zelle, des Chromatophoren, der Koloniebildung völlig mit der Beschreibung und den Abbildungen von SCHMIDLES *Askenasyella* übereinstimmten, dabei aber sicher Chlorophyceen waren. Sie hatten Stärke und eine von ihnen sogar ein deutliches Pyrenoid. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das oft sehr schwer sichtbare Pyrenoid in den von SCHMIDLE gesehenen Kolonien nicht deutlich war. Die Vermehrung durch Schwärmer konnte ich an dem von mir untersuchten Material nicht beobachten, ich bezweifle aber die (ohnehin als fraglich hingestellte) Einzahl der Geißeln. Ebensowenig konnte ich Klarheit über den Bau des basalen Teiles der verkehrt-eiförmigen Zellen erhalten und über den feinen Faden, der von SCHMIDLE in der Achse der Zelle eingezeichnet wird, den ich ebenfalls, wenigstens zum Teile, feststellen konnte. *Askenasyella* gehört wohl zu den Chlorophyceen.

Zu *Askenasyella* wird außerdem noch *Actinobotrys* W. et G. S. WEST

(*ἀκτίς* = Strahl, *βότρυς* = Traube.) — W. et G. S. WEST, Transact. R. Soc. Edinburgh **41** (1905) 508 gestellt.

Diese Alge mit der einen Art *Actinobotrys conferta* ist ebenfalls unvollständig beschrieben und unvollständig beobachtet. Was

ich von ähnlichen Formen gesehen habe, bezog sich sicher nicht auf *Askenasyella*, sondern auf *Stichogloea* CHODAT. Ich habe sie deshalb schon in meiner Süßwasserflora als synonym zu *Stichogloea* gestellt. Die Gattung ist zu streichen.

Zu den Heterocapsalen wird ferner von WILLE und im Anschlusse an ihn nun auch wieder von PRINTZ (Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** [1927] 386) auch *Stichogloea* CHODAT, die mit der SCHMIDLEschen Gattung *Oodesmus* identisch zu sein scheint, gestellt. 1925 war es mir sicher, daß es sich um keine Heterocapsale, sondern um eine protococcoide Form handele, ohne daß ich aber über ihre systematische Einordnung in eine der Algenreihen im klaren war. Ich stellte sie damals (Süßwasserflora **11**, 84) mit allem Vorbehalte zu den Heterococcalen, und zwar in die Nähe von *Botryococcus*. Seitdem konnte ich eine *Stichogloea*-artige Alge studieren; sie ist eine Chrysosphaerale, also eine Chrysophycee, die in der protococcoiden Organisation lebt. Die Möglichkeit, daß auch die Heterokonten eine Form mit derartig eigenartiger Koloniebildung (Zellen innerhalb einer Gallerte, in Vierer- oder Achtergruppen, untereinander mit kurzen, derben Gallertbrücken verbunden) aufweisen, erscheint nicht sehr groß, ist aber nicht ausgeschlossen. Die Zugehörigkeit zu den Chrysosphaeralen ließ sich durch die Färbung der Chromatophoren, vor allem aber durch die Feststellung der typischen Chrysophyceensporen mit Porus und Stopfen innert der Gallertkolonien feststellen.

Helminthogloeae.

Gallertlager in der Form verzweigter, gleichmäßiger Gallertstränge mit festsitzender Basis: die Zellen gleichmäßig von Gallerte umgeben, an den Spitzen der Stränge gehäuft und hier betont teilungsfähig.

4. **Helminthogloea** PASCHER 1932 (Fig. 202–205).

(ἕλμις = Wurm, γλοῖος = schleimig.)

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 323.

Gallertlager in der Form winziger, aufrechter Büschelchen, die aus relativ reich verzweigten, wurmförmigen, soliden, Gallertsträngen bestehen, die aus einer gemeinsamen Basis kommen, sofern das Lager nicht vom Grunde auf zerspalten ist. Diese kleinen Büschelchen höchstens 1–1$^1/_2$ mm hoch, relativ fest, doch nicht

knorpelig. Die Enden der Zweige nicht selten keulig verbreitert. Lager glashell und zart gelblich erscheinend. Soweit gesehen, niemals intensiv gefärbt.

Die wurmförmigen Stränge, die aus Gallerte bestehen, welche um die Zellen nicht selten zart geschichtet erscheint, werden

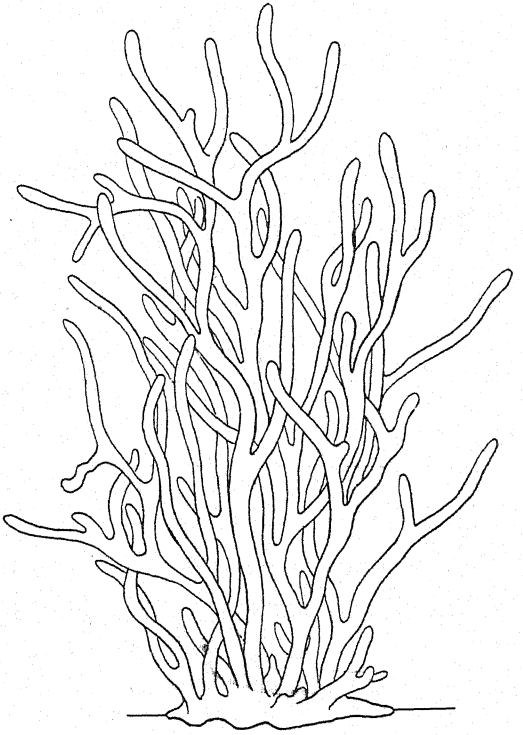


Fig. 202. *Helminthogloea ramosa:* Kleines Lager, aus der Basalpartie steigen plumpe, verzweigte, wurmartige Gallertmassen auf.

aus unregelmäßig hintereinander angeordneten Zellen gebildet, welche in vielen Fällen schön kugelig sind, doch auch länglich, birnförmig oder keulig sein können. Junge Zellen haben nicht selten einen stumpf-dreieckigen Querschnitt. Die Zellen besitzen keine Membran. Es sind zwei, seltener mehr Chromatophoren vorhanden; in jungen Zellen oft nur einer. Stigma und kontraktile Vakuolen fehlen. Öl- und Leukosinballen. Die Chromatophoren sind, soweit gesehen, immer wandständig. Vermehrung durch Zweiteilung der Zellen, wobei die zarte Gallertschicht um die Mutterzelle gedehnt wird und die Tochterzellen zarte neue Gallertschichten bilden. Diese Gallertschichten

werden aber sehr bald undeutlich. Die Teilungen erfolgen insofern orientiert, als es zur Bildung von Strängen kommt, in denen aber die Zellen nicht regelmäßig linear angeordnet

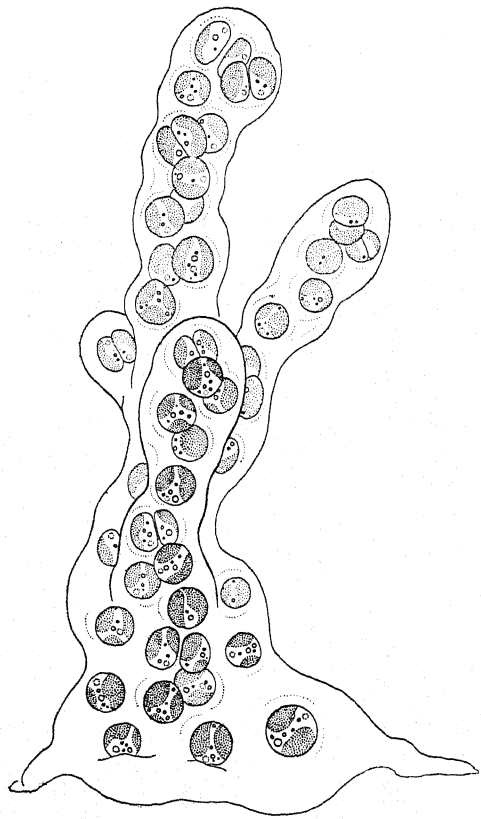


Fig. 203.

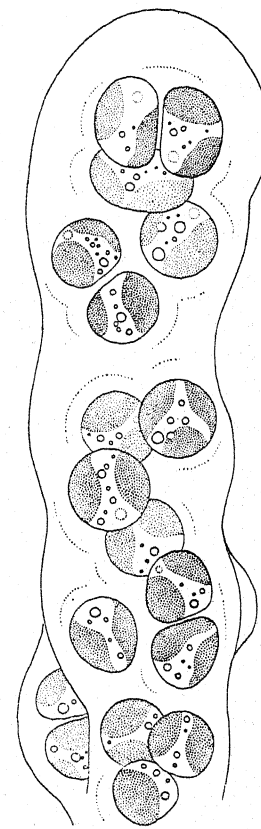


Fig. 204.

Fig. 203. *Helminthogloea ramosa:* Junges Lager, die Anordnung der Zellen in den etwas kopfig verbreiterten Lagerenden deutlich zu sehen.
Fig. 204. *Helminthogloea ramosa:* Ende eines wurmförmigen Lagerzweiges; Zellen mit zarten Gallertschichten umgeben. Teilungen an den oberen Zellen gehäuft.

bleiben. Wiewohl die Teilungen an allen Zellen stattfinden können, sind sie doch gegen die oberen Enden der Stränge zu häufiger, wodurch die Enden etwas keulig erweitert sind. Wenn auch noch kein ausgesprochenes Spitzenwachstum durch eine Zellgruppe stattfindet, so ist doch der Ansatz zu polar lokalisierten Teilungen zu bemerken. Durch Drehung der Teilungsebene kommt es, daß auf diese Weise entstandene Tochterzellen

den Ausgangspunkt für Abzweigungen der Stränge geben können. Zwischen Grund und Spitze ist insofern ein Unterschied, als am Grunde die Gallerte manches Mal reichlicher entwickelt ist und förmlich kleine Sohlen gebildet werden können. Die Gallerte an den Sohlen ist meistens derber und auch oft deutlich geschichtet, Zellteilungen an den Sohlen sind nur selten.

Die Protoplasten können als Schwärmer austreten, die typischen Heterokontencharakter tragen, einen schiefen, vorne schief abgeschrägten Protoplasten mit zwei Geißeln, von denen die Hauptgeißel ungefähr viermal länger ist als die Nebengeißel. Die Schwärmer haben außerdem zwei wandständige Chromatophoren, doch soweit ich sehen konnte, kein Stigma. Sie kommen bald zur Ruhe, umgeben sich unter gleichzeitiger Abkugelung mit Gallerte. Die ersten Teilungen führen zur Bildung eines kleinen flachen Lagers mit nicht sehr regelmäßig angeordneten Zellen, aus denen sich langsam mit der Zeit die Anlage für den ersten wurmförmigen Strang emporwölbt.

Andere Stadien nicht gesehen.

Eine einzige Art:

Helminthogloea ramosa Pascher 1932 (Fig. 202–205).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 327.

Abb.: Pascher a. a. O. (1932) 324, Fig. 12; S. 325, Fig. 13; S. 326, Fig. 14, 15.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 8–12 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Bis jetzt in wenigen Exemplaren ein einziges Mal im Wattenmeer bei Kampen auf Sylt gesehen. Auf Wurzeln von *Aster tripolium*, die freigespült waren.

Helminthogloea ist sicher als Heterokonte anzusprechen. Da ich aber ausgewachsen nur wenige, winzige Büschelchen davon sah, muß ich es anderen Untersuchungen überlassen, nähere Einzelheiten über diese Alge zu bringen, vor allem über das Auftreten von Sporen und rhizopodialen Stadien. Sonst sprechen alle morphologischen Eigentümlichkeiten, auch das ganz glasklare Plasma der Zellen, für die hier vorgenommene Einstellung.

Helminthogloea ist deshalb von Bedeutung, weil sie erkennen läßt, daß es auch bei den Heterocapsalen, für die bis jetzt nur sehr einfache Lagerformen bekannt geworden sind, zu Differen-

zierungen gekommen ist, welche lebhaft an die Differenzierungen erinnern, die die Tetrasporalen-Organisationen bei anderen Algenreihen erreicht haben. Die Bildung von Strängen, bei denen die Zellteilungen hauptsächlich in den Gipfelzellgruppen erfolgt, erinnert lebhaft an das Gruppenzellwachstum der

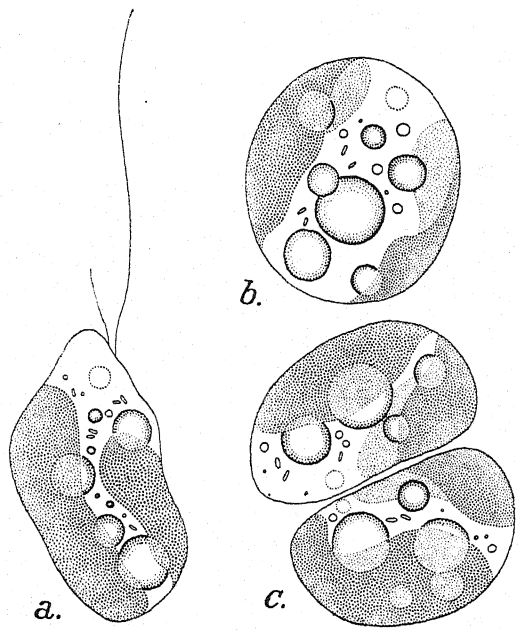


Fig. 205. *Helminthogloea ramosa: a* Schwärmer; *b, c* Zellen aus einem Lager stärker vergrößert, bei *c* Teilungsstadium.

gleichfalls strangförmig ausgebildeten Gallertalge rasch fließender Alpenbäche, *Celloniella*[1]) PASCHER, unter den Chrysophyceen. Abgestorbene Celloniellen, deren Chromatophoren grünlich sind, könnten vielleicht mit *Helminthogloea* verwechselt werden. Nur erscheint *Celloniella* viel weiter entwickelt: erstens ist das Gruppenzellwachstum an den Spitzen der Stränge hier viel ausgesprochener, dann ist der Thallus morphologisch wie anatomisch viel weitgehender differenziert: der Thallus, mit einer deutlichen Sohle versehen, besitzt zunächst einen Hauptstrang, der sich dann pinselförmig in den assimilatorischen, reich entwickelten Endteil auflöst. *Helminthogloea* erscheint gewissermaßen als erster Ansatz zu *Celloniella*-artigen Ausbildungen, die

[1]) In Lettland wiedergefunden.

ja unter den Chrysocapsalen ihre höchste Entwicklung im hoch differenzierten *Hydrurus* finden, bei dem schon ausgesprochenes Spitzenwachstum mittels Scheitelzelle erfolgt, die Gliederung in Sohle, Stamm und Assimilationsbüschel noch viel weiter vorgeschritten ist und der auch anatomisch manche Eigenheiten aufweist.

Helminthogloea, *Celloniella* und *Hydrurus* stellen in bezug auf Differenzierung des Lagers eine aufsteigende Reihe dar, die uns vielleicht auch erlaubt, trotz der verschiedenen systematischen Stellung eine gleichartige morphologische Entwicklung dieser Lager anzunehmen.

Es sei bemerkt, daß wir auch unter den Chrysophyceen *Helminthogloea*-artige Ausbildungen kennen; *Pascherella* CONRAD oder andere noch wenig bekannte Chrysocapsalen entsprechen annähernd unserer Alge.

Nach unserer derzeitigen Kenntnis erscheint *Helminthogloea* als die derzeit höchstentwickelte Heterocapsacee.

Malleodendraceae.

Zellen nicht allseitig von derber Gallerte umgeben, dagegen polar vom Vorderende derbe Gallertstiele ausbildend und mit diesen festsitzend. Die Zellen lösen sich bei der Teilung nicht immer aus dem Verband der Kolonien, sondern bilden dann gleich wieder derbe Gallertfüße, so daß wenig verzweigte derbe Systeme entstehen, in deren ausgehöhlten Zweigenden die Zellen einzeln sitzen. Die Zellen lösen sich auch als typische Heterokontenmonaden ab. Palmellen wahrscheinlich.

Eine einzige Gattung:

5. Malleodendron (Fig. 20, 206, 207).

(*malleus* = Knopf; *δένδρον* = Baum.)

Kleine bäumchenförmige Kolonien mit derben, nur wenig zahlreichen Verzweigungen, an deren Enden jeweils die ellipsoidischen bis verkehrt-eiförmigen Zellen sitzen. Bäumchen verschiedenen Substanzen aufsitzend. Verzweigungen im Prinzip gabelig, aber durch ungleichmäßiges Wachstum geht die Gabeligkeit verloren. Gallertstiele zum Teil fast so dick wie die Zellen, manchmal runzelig und immer mit breiter Basis aufsitzend. In den plumpen Gallertstielen gelegentlich deutliche Schichtungen (annähernd quer zur Längsachse) zu bemerken.

Bäumchen zwei- bis vierfach, vielleicht auch mehr verzweigt. Zweige und Stiele oft krumm; Basis der Bäumchen oft durch Eiseninkrustationen braun gefärbt. In den ausgehöhlten Enden der Zweige sitzt mit ihrem Vorderende je eine Zelle. Zellen mit zarter Gallerte umgeben, die aber nicht in die Gallerte der Zweige übergeht. Chromatophoren zwei bis drei, peripher, nicht binnenständig, kontraktile Vakuolen an dem eingesenkten Zellende; Stigma fehlend.

Vermehrung durch Längsteilung, worauf beide Tochterzellen wieder je einen Gallertstiel, der annähernd so breit ist wie die ganze Zelle, abscheiden.

Durch sukzessive Gallertabscheidung, bzw. Schichtenbildung, verlängern sich die Zweige und heben dabei die einzelnen Zellen empor. Nach der Teilung können sich die beiden Tochterprotoplasten auch als Schwärmer aus dem Verband lösen. Schwärmer verkehrt-eiförmig mit zwei oder drei, manchmal nur einem Chromatophoren, sehr formveränderlich bis leicht amöboid, am vorderen abgeschrägten Ende eine anderthalbmal körperlange Haupt- und eine sehr kurze, stummelförmige, wahrscheinlich funktionslose Nebengeißel. Stigma sehr unsicher. Zwei kontraktile Vakuolen, mehr gegen das Vorderende gelagert und nicht immer zu sehen. Die Schwärmer kommen nach einiger Zeit zur Ruhe, setzen sich mit dem Vorderende fest, umgeben sich mit einer zarten Gallerthülle und bilden einen derben Gallertfuß aus, der bald in die Länge wächst und Schichtungen aufweist. Aus diesen Stadien entstehen durch Teilung der Zellen und Stielbildung die bäumchenförmigen Kolonien[1]).

Verzweigte Kolonien sehen *Mischococcus* etwas ähnlich. Die Stielbildung erfolgt aber bei *Mischococcus* auf andere Weise und außerdem sind die Zellen von *Mischococcus* mit einer festen Haut umgeben (Heterococcale).

Bis jetzt nur eine einzige Art:

Malleodendron gloeopus (Fig. 206, 207).

Mit den Merkmalen der Gattung; Zellen ellipsoidisch, verkehrt-eiförmig bis eiförmig.

[1]) Einzellige Stadien können, besonders wenn sie noch einen ganz kurzen Stiel haben, mit der Chlorophycee *Malleochloris* verwechselt werden (siehe *Tetrasporales*). Auch hier sitzt der Protoplast mit seinem Vorderende in einem breiten Gallertkissen und hat kontraktile Vakuolen. Es ist aber immer ein Stigma vorhanden, und außerdem ist im großen, topfförmigen Chromatophoren Stärke.

Kolonien 20–60 μ hoch; Zellen durchschnittlich 5–6 μ dick und 8 μ lang.

Vorkommen: Sehr zerstreut und in wenigen Kolonien aus brackischem Schlamme gezogen. Auf einer *Urospora ?*-artigen Alge, doch auch auf Detritus.

Die Alge ist aus der Form der Schwärmer und der Zellen unzweifelhaft als Heterokonte anzusprechen, obwohl die Sporenbildung nicht gesehen wurde. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß zu diesem Organismus auch Palmellen gehören, deren Zellen vollständig mit den Zellen von *Malleodendron* übereinstimmten. Da ich aber die Bildung der Palmellen nicht beobachten konnte, so ist die Zusammengehörigkeit dieser beiden Stadien nicht gesichert.

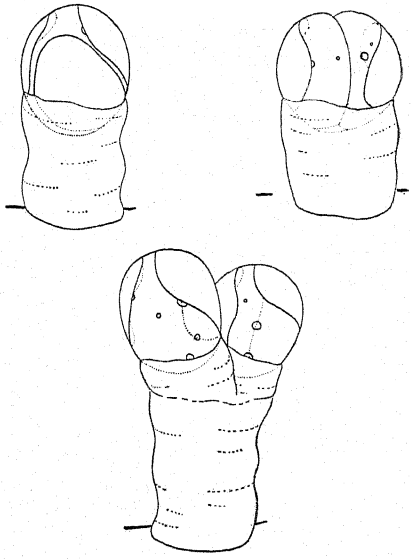


Fig. 206. *Malleodendron:* einzelliges Stadium; Teilungsstadium; zweizellige Kolonie.

Malleodendron zeigt, daß die Heterocapsalen genau die gleichen Entwicklungslinien aufweisen, wie wir sie für die Capsalenstadien der anderen Algenreihen bereits seit langem kennen. *Malleodendron* entspricht fast vollständig der Tetrasporale *Chlorodendron*, speziell in ihrem *Prasinocladus*-Stadium. Auch hier bäumchenförmige Kolonien, verzweigte Gallertstiele, an deren Enden die *Chlamydomonas*zellen in der gleichen Orientierung wie bei *Malleodendron* sitzen. Sehr übereinstimmend gebaut ist *Ecballocystis* (*Tetrasporales*). Ferner kommen auch gewisse Ausbildungen von *Hormotila Malleodendron* nahe. — Einzellige, nur kurz gestielte Stadien können bei oberflächlicher Betrachtung mit kugeligen und sitzenden *Characiopsis*- eventuell auch *Chlorothecium*-Arten, vielleicht sogar mit der Tetrasporalen *Malleochloris* verwechselt werden. Ähnliche Ausbildungen zeigen die *Bangiales* in der von Pascher und Petrová beschriebenen *Chroothece mobilis*, wobei allerdings bemerkt werden

muß, daß hier Verzweigungen nur selten vorkommen. Die gleichen Ausbildungen treffen wir wieder unter den Cyanophyceen: *Cyanostylon* GEITLER.

Unter den Heterokonten findet sich die gleiche Organisation noch einmal, und zwar unter den Heterococcalen: *Gloeopodium pyriforme* (siehe dieses!). *Gloeopodium* ist aber nur sehr selten verzweigt, besitzt aber den gleichen derben Gallertfuß und ebenso ist die Zelle in der vorderen Aushöhlung des Gallertfußes eingesenkt. Bei *Gloeopodium* ist die birnförmige Zelle aber von einer festen, möglicherweise sogar zweischaligen Membran umgeben.

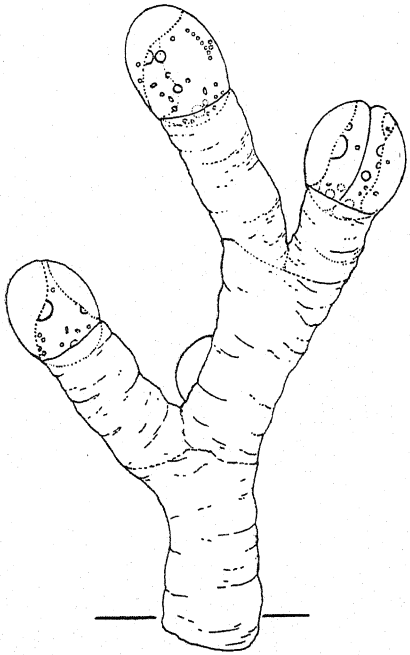


Fig. 207. *Malleodendron:* Eine große Kolonie, die ellipsoidischen Zellen stecken mit ihren Vorderenden in Aushöhlungen derber, manchmal leicht runzeliger Gallertstiele. Die Zellen haben Längsteilung, bei jeder Teilung bildet jede Tochterzelle einen neuen, derben Gallertfluß aus, beide Gallertfüße stehen dann in der oberen Aushöhlung des Gallertfußes der Mutterzelle. Auf diese Weise kommt der etwas unregelmäßig gabelige Aufbau der Kolonien zustande.

In der Gallerte von *Malleodendron* und *Gloeopodium* lassen sich Zonen stärker färbbarer, stiftartiger Elemente nachweisen. Diese Zonen entsprechen den periodisch auf einmal austretenden Gallertmassen bzw. den Zentralteilen der austretenden und verquellenden Gallertstifte.

Es gibt im Süßwasser noch andere *Malleodendron*-artige Heterokonten, speziell in kalkhaltigen Gewässern; sie sind oligo- und stenotherm. Die Gallertstiele sind an ihnen etwas zarter. Bei diesen Formen ist darauf zu achten, daß bei oberflächlicher Beobschtung kleine Kolonien von *Mischococcus* als *Malleodendron* angesprochen werden können. Achtung auf die derbe basale Begrenzung der Stiele bei *Mischococcus*, bei dem überdies die Zellen meist zu zweien bis mehreren an den Enden der Stiele stehen.

Heterococcineae PASCHER (1931).

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. 48, Abt. 2 (1931) 324, mit der derzeit einzigen Ordnung der

Heterococcales PASCHER 1911.

PASCHER, Hedwigia **53** (1911) 14; Ber. D. Bot. Ges. **32** (1914) 158; Beih. Bot. Centralbl. **48**, Abt. II (1931) 324. — OLTMANNS, Morph. Biol. Alg. **1** (1922) 26. — SMITH, G. M., Fresh Wat. Alg. U. S. A. (1933) 147; Phytopl. Inl. Lak. Wisk. (1920) 80. — FRITSCH u. WEST, Treat. Brit. Freshw. Alg. (1927) 306. — DANGEARD, P., Traité d'Alg. (1933) 114. — WETTSTEIN, R. et F., Handb. d. syst. Bot. 4. Aufl. (1933) 100. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 481 (zum Teil).

Einzellige, einkernige, bei Formen mit langdauerndem Wachstum auch mehrkernige, mit festen Membranen umgebene Heterokonten, die einzeln leben oder unregelmäßige wie regelmäßige Kolonien (doch niemals dauernde Fadenverbände) bilden. Monadenmerkmale in der typischen, vegetativen Ausbildung zu allermeist fehlend, nur bei manchen Formen kontraktile Vakuolen und Stigma, seltener beide Organe, zeitlebens erhalten. Membran aus einem oder zwei Stücken bestehend, Wachstum der Membran bei walzlichen Formen durch Einschubstücke. Membran oft mehrschichtig, häufig verkieselt, glatt oder auch häufig skulpturiert. Vermehrung durch Schwärmer, die nach kürzerer oder längerer Zeit des Schwärmens wieder zu behäuteten Zellen werden, die in der Jugend manchmal noch die kontraktilen Vakuolen behalten, sie später aber meist verlieren. Die Schwärmer wandeln sich bei manchen Formen in Amöben um, oder es treten die Teilprotoplasten bereits als Amöben auf. Diese Amöbenstadien (s. S. 309f.) bei manchen Formen sehr betont. Die Teilprotoplasten können sich aber noch innerhalb der Mutterzelle behäuten: Autosporenbildung zu zweien bis sehr vielen. Autosporen nicht selten noch mit kontraktilen Vakuolen, manchmal auch mit Stigma, welche Organe sie meist aber bald verlieren.

Die meisten Formen mit Chromatophoren versehen, einzelne Formen farblos und heterotroph, wobei noch nicht untersucht ist, ob diese Farblosigkeit durch Rückbildung des Farbstoffes (Apochromasie) oder Verlust der Chromatophoren (Apoplastidie) entstanden ist.

Siehe die Sammelfiguren 34, S. 40; 35, S. 41; 36, S. 44; 38, S. 47.

Die Heterococcalen können wie alle coccalen Ausbildungen der Algen als Organisationen aufgefaßt werden, bei denen die ursprüngliche, geißelbewegliche Monadenorganisation zur Ruhe gekommen ist und sich mit einer dünnen Haut umgeben hat. Das vegetative Leben spielt sich nun nicht mehr in der beweglichen, sondern in der behäuteten, unbeweglichen Organisation ab, aus welcher der Organismus nur zu Zwecken der Vermehrung und der geschlechtlichen Fortpflanzung, also nur vorübergehend in das geißelbewegliche Stadium zurückkehrt. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn bei manchen Coccalen nicht sämtliche Merkmale der geißelbeweglichen Organisation verschwunden sind und einige unter ihnen noch Stigma oder Vakuolen oder auch beides haben. Diese Tatsache ist für die Dinococcalen und speziell für die Protococcalen unter den Chlorophyceen bereits wiederholt erwiesen worden. Es seien hier besonders die Untersuchungen Korschikoffs über solche mit Vakuolen und Stigma versehene protococcale Organisationen hingewiesen, ebenso auf die von mir beschriebenen, mit Vakuolen und Stigma versehenen Formen. Ich konnte nun feststellen, daß es auch bei den Heterokonten coccale Ausbildungen gibt, bei denen die vegetative Zelle noch Stigma bzw. Vakuolen hat (s. die Gattungen: *Pleurochloridella*, *Characidiopsis*).

Es sei ausdrücklich bemerkt, daß einzellige, völlig heterococcale Ausbildungen auch aus fädigen Heterokonten dadurch entstehen können, daß sich die Zellen aus dem Fadenverbande lösen oder daß bei der Teilung ihre Autosporen nicht mehr polar übereinander, sondern tetraedrisch oder in anderer Lagerung gebildet werden. So bilden *Heterococcus*, *Heteropedia* und *Heterothrix* sowohl im Freiland als auch in den Kulturen nicht immer Fäden aus, sondern die Tochterzellen isolieren sich und bilden nicht selten unregelmäßige Haufen von Zellen, die sich zum Teil gegenseitig abplatten. Das gleiche ist bei *Heteroclonium*, auch bei *Bumilleria* der Fall. Die Rückbildung der fädigen Verbände in die einzellige Lebensform wird dadurch erleichtert, daß solche Algen in den Zellen oft nicht zwei, sondern vier und nicht immer übereinander liegende Autosporen bilden. Fadenförmige Algen, die ihre Fadenverbände vorübergehend oder dauernd auflösen, sind auch bei anderen Algen

bekannt: *Pleurococcus* und einige *Stigeoclonium*-Arten unter den Chlorophyceen, *Apistonema* unter den Chrysophyceen u. a.

Nicht alle Heterococcalen bleiben zeitlebens einkernig. Wir kennen Formen, bei denen zumindest alte Zellen vielkernig werden, andere werden regelmäßig vielkernig. Ganz abgesehen davon, daß alle Heterococcalen vor der Schwärmer- oder Autosporenbildung bzw. vor der Aufteilung in die Teilprotoplasten besonders bei simultaner Teilung mehrkernig sind, gibt es Formen, die für gewöhnlich kein besonderes Größenwachstum zeigen und normalerweise nur zwei oder vier, seltener acht Schwärmer bilden. Bei abnorm günstigen Bedingungen aber wachsen diese Zellen sehr stark heran, werden mehrkernig und bilden schließlich sehr viele Schwärmer. Das ist z. B. der Fall bei *Botrydiopsis intercedens*, die sich auf Peptonagar sehr rasch vermehrt und keine großen Zellen bildet, während sie auf Knopagar sehr in die Größe wachsen kann, bis 60 μ groß wird und dann sehr viele Schwärmer entleert.

Diese großen, vielkernigen Zellen verhalten sich — und das trifft natürlich auch für die sekundär vielkernig werdenden Formen zu — bei der Vermehrung anders als die kleinen Formen. Bei den Formen mit bedeutendem Größenwachstum differenziert sich vor der Schwärmer- bzw. Autosporenbildung ein sehr grobmaschiges, großvakuoliges, zentrales Plasma, in dem Exkretkristalle, Exkretöl, ja auch einzelne Chromatophoren deponiert werden, während in die mehr homogene, periphere Plasmaschicht Chromatophoren und Kerne einwandern. Dieses periphere Plasma zerfällt dann in einkernige Teilprotoplasten, welche entweder zu Schwärmern oder Autosporen werden und dann entleert werden, während das zentrale Plasma übrigbleibt und abstirbt (*Botrydiopsis* und andere Formen). Der zentral zurückgelassene Ballen kann oft sehr beträchtlich groß sein. Er macht oft viel mehr als die Hälfte des gesamten Inhaltes der Zelle aus. Bei den kleinen Formen, die nur zwei oder vier Schwärmer bzw. Autosporen bilden, kommt es zu dieser Restplasmabildung meist nicht.

Diese Scheidung in peripheres und zentrales Plasma ist deutlich mit Verlagerungen verbunden, die vielleicht Rotationen entsprechen. Wahrscheinlich ist es das periphere Plasma, das als Ganzes in Rotationsbewegung kommt. Nicht selten ist die Gesamtmasse der Chromatophoren in der Oberflächenansicht der Zelle deutlich in einer bestimmten Rich-

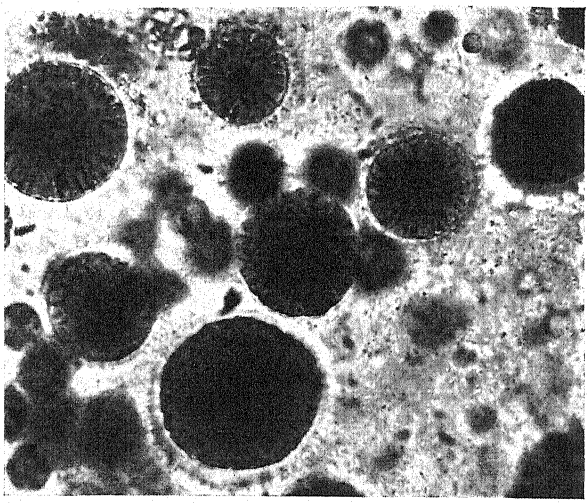


Fig. 208. Schwärmerbildung bei einer Heterococcalen (*Botrydiopsis*) mit betontem Größenwachstum; die Schwärmer werden aus dem peripheren Plasma herausgeschnitten und bilden eine Hohlkugel um das grobwabige zentrale Plasma.

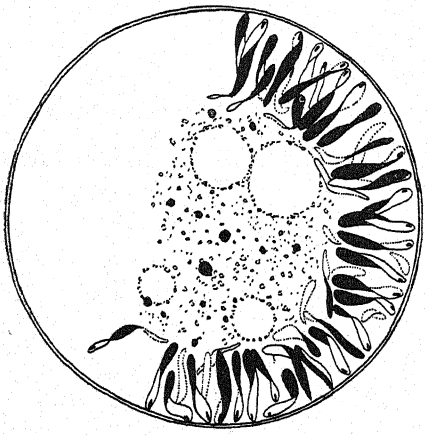


Fig. 209.

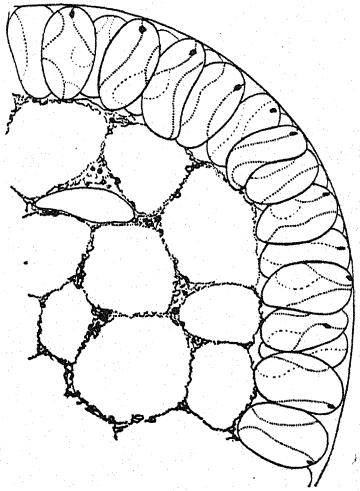


Fig. 210.

Fig. 209. *Botrydiopsis intercedens.* Einleitung der Schwärmerbildung. Zentral hat sich ein großwabiges Plasma differenziert, in dem Tropfen der Exkretöles, Vakuolen und auch einzelne Chromatophoren verbleiben. Chromatophoren und Kerne wandern in das periphere Plasma. Die Chromatophoren nehmen mit der Zeit eine ausgesprochen radiäre Stellung ein. Beachte die Tatsache, daß die inneren Chromatophorenenden häufig parallel zur Zelloberfläche abgebogen sind, und zwar in der Grenzzone zwischen peripherem und zentralem Plasma.

Fig. 210. *Botrydiopsis intercedens.* Im peripheren Plasma haben sich zahlreiche, meist ausgesprochen radiär ausgerichtete Schwärmer ausgebildet, die Augenflecke deuten die nach außen gerichteten Vorderenden der Schwärmer an. Innerhalb der aus den Schwärmern gebildeten Schicht, das grobmaschige zentrale Plasma mit Exkretöltropfen, Vakuolen in vereinzelten, zurückgebliebenen Chromatophoren. Dieses zentrale Plasma bleibt zurück und geht zugrunde.

tung gedreht, meist in der Richtung gegen die Bewegung des Uhrzeigers. Die Chromatophoren nehmen mit der Zeit im peripheren Plasma eine ausgesprochen radiäre Stellung ein. Dabei ist sehr schön zu beobachten, wie Chromatophorenenden, die an die Grenzzone zwischen peripherem und zentralem Plasma heranreichen, aus der radiären mehr oder weniger in die perikline Richtung abgebogen werden und dann mehr oder weniger in die Grenzzone zwischen beiden Plasmen zu liegen kommen. (Siehe Fig. 209.) Das läßt sich nur so verstehen, daß die in die Grenzzone vorragenden Chromatophorenenden durch die Rotationsverschiebung der beiden Plasmen zueinander an der Grenzfläche abgelenkt werden. Wir haben in dieser Abbiegung der inneren Chromatophorenenden einen weiteren Beleg für die Rotationsverschiebung der beiden Plasmen zu sehen. Die Vorgänge der Schwärmerbildung sind noch nicht genau genug untersucht und seien einer solchen eigenen Untersuchung empfohlen.

Natürlich sind aber diese beiden Extreme (klein- und großzellig) durch alle Übergänge miteinander verbunden. Dadurch, daß manche Formen gelegentlich vielkernig werden, manche Formen vielleicht immer im ausgewachsenen Zustand vielkernig sind, dadurch, daß nach der Kernvermehrung auch bei sonst einkernigen Formen nicht immer gleich die Aufteilung in einkernige Teilprotoplasten erfolgt, dadurch ergeben sich natürlich mannigfache Übergänge sowohl in morphologischer wie in systematischer Hinsicht zu den Heterosiphonalen. Gelegentlich vielkernige, große Zellen bilden: *Pleurochloris*- und *Chloridella*-Arten, häufig ist dies der Fall bei *Botrydiopsis*, *Perone*, immer bei *Ophiocytium*.

Einige Heterococcalen gewinnen dadurch ein besonderes Interesse, daß sie in ihrer Jugend das rhizopodiale Studium besonders betonen. Das bezieht sich nicht auf die Tatsache, daß bei sehr vielen Heterococcalen die Schwärmer amöboide Formveränderungen zeigen oder daß sich die Schwärmer unter Geißelverlust in Amöben umwandeln können. Bei einigen Heterococcalen ist aber ein großer Teil des vegetativen Lebens gewissermaßen in das rhizopodiale Stadium verlegt. Es seien zwei Beispiele angeführt: Bei einer Heterococcale, die der Gattung *Pleurochloris* (*Pl.? vorax*) nahesteht, treten die Teilprotoplasten — soweit meine Beobachtungen reichen — überhaupt nicht als Schwärmer, sondern gleich als kleine, mit Chromatophoren versehene Amöben aus (Fig. 13, S. 19). Diese

kleinen Amöben wandeln sich aber nicht, wie es sonst der Fall zu sein pflegt, nach kurzer Zeit unter Abrundung in das behäutete Heterococcalen-Stadium um, sondern sie verbleiben lange, nicht nur Stunden, sondern viele Tage als Amöben. In diesem Stadium erfolgt ausgiebige animalische Ernährung durch die Aufnahme von Algen (Blaualgen, Diatomeen, ja sogar von Algenfäden). Erst nachdem sie eine geraume Zeit als Amöben sich in ausgiebiger Weise ernährt haben, runden sie sich ab und werden zu einer behäuteten Heterococcale (s. Fig. 224–226). Hier wird also ein beträchtlicher Teil des vegetativen Lebens der Alge in animalischer Ernährung und rhizopodialer Ausbildung zugebracht.

Noch viel weitgehender ist die Betonung des rhizopodialen Stadiums bei der auf *Sphagnum*-Blättern sitzenden *Perone*. Aus den ausgewachsenen, sehr großen Zellen dieser epiphytischen Alge treten die Vermehrungsprodukte entweder in der Form von Schwärmern oder in der Form von Amöben aus, Schwärmer oder Amöben legen sich wieder an *Sphagnum*-Blätter an, die Schwärmer werden amöboid, diese amöboiden Stadien verfestigen sich über den grünen Gitterzellen der *Sphagnum*-Blätter. Nur in seltenen Fällen wandeln sich diese amöboiden Stadien bald in kleine behäutete Zellen um. In sehr vielen Fällen aber wird die rhizopodiale Form sehr lange beibehalten, es erfolgt reiche animalische Ernährung, die kleine festsitzende Amöbe wächst sehr an Größe heran, ihre Pseudopodien, ja auch Rhizopodien werden ausgesprochen polar am oberen Ende gebildet. In diesem Stadium lebt die Alge wahrscheinlich viele Tage, ja sogar Wochen. Erst wenn dieses rhizopodiale Stadium sehr groß geworden ist, kommt es zur Kontraktion des Protoplasten, der sich mit einer ziemlich derben Haut umgibt und da während des Wachstums in der rhizopodialen Periode auch eine ausgiebige Chromatophorenvermehrung stattgefunden hat, entwickelt sich nun eine große, festsitzende, behäutete, kugelige bis ellipsoidische, mit vielen Chromatophoren versehene Zelle: die ausgebildeten *Perone*-Zellen (siehe die Figuren bei der Gattungsbesprechung).

Eine derartige Betonung des rhizopodialen Stadiums in der Entwicklung behäuteter Algen findet sich nur noch bei den mit den Heterokonten nahe verwandten Chrysophyceen, nicht aber bei den Chlorophyceen und auch nicht bei den Dinophyceen. Die auffallende Erscheinung, daß bei einigen behäuteten Gattungen der Heterokonten und Chrysophyceen in

der Entwicklung das rhizopodiale Stadium so sehr betont wird, hängt mit der allgemeinen Neigung dieser beiden Algenreihen zu rhizopodialen Stadien zusammen, die wohl auch durch die andere Fließbarkeit bzw. Viskosität des Plasmas dieser beiden Algenreihen mit bedingt ist.

Die Heterococcalen sind gewiß viel formenreicher, als es aus dieser Darstellung zu ersehen ist. Die Zahl der hierher gehörigen Gattungen hat sich in den letzten Jahren durch die Untersuchungen Geitlers und Vischers und von mir erhöht und die genauere Analyse der sonst als unbestimmbar geltenden einzelligen „Grünalgen" wird die Zahl noch sehr erweitern. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind auch noch unter den Protococcalen Heterococcalen eingereiht. Es ist auch möglich, daß unter den Heterococcalen noch Chlorophyceen geführt werden oder Chrysophyceen, die ja im Tode grün werden. Als nicht gesichert, ja sehr fraglich, haben zu gelten *Botryococcus*, *Halosphaera*, in welchen Gattungen vielleicht konvergente Formen von Chlorophyceen und Heterokonten zusammengefaßt werden, ferner *Leuvenia*, bei der die Stellung, ob Heterocapsale oder Heterococcale, unsicher ist.

Obwohl wir gewiß erst einen Bruchteil der Heterococcalen kennen, lassen sich doch bereits einige deutliche Entwicklungslinien gut erkennen: Es ist aber unmöglich, diese Entwicklungslinien derzeit scharf herauszuarbeiten erstens, weil sich viele dieser Entwicklungslinien überschneiden und übereinander lagern und zweitens, weil wir doch erst einen geringen Bruchteil der Heterococcalen kennen.

Eine Entwicklungslinie[1]) führt von Formen mit glatten Wänden zu Formen, welche in charakteristischer Weise fast Diatomeen-artig skulpturiert sind (s. allgemeiner Teil!); es handelt sich um regelmäßige Vertiefungen der Außenseite der Membran mit dazwischen stehenden, maschenförmig zusammenschließenden Leisten. Bei manchen Formen können diese Leisten stellenweise nadelartig, ja sogar borstenförmig vorgezogen sein.

Eine Entwicklungslinie führt von Formen mit einteiliger Zellhaut zu Formen mit zweiteiliger Zellhaut. Leider sind wir aber gerade über die Verbreitung zweiteiliger Membranen bei den

---

[1]) Siehe die auf S. 306 angeführten Sammelfiguren von Heterococcalen im Allgemeinen Teile.

Heterococcalen noch zu wenig unterrichtet. Wir können diesen Umstand noch nicht genügend systematisch auswerten. Die Zweiteiligkeit der Membran tritt aber häufig auf und kommt bei Gattungen sehr verschiedener Verwandtschaft vor. Die Zweiteiligkeit der Membran ist nicht unvermittelt.

Alle Heterococcalen sind bipolar. Bei kugeligen Formen kommt dies oft schon durch die Form des Chromatophoren zum Ausdruck. Bei Formen mit skulpturierter Membran sind nicht selten meridionale Leisten entwickelt. Die Bipolarität ist besonders betont bei ellipsoidischen, walzlichen, spindelförmigen Formen. Eine Reihe von Formen betont aber die kugelige Gestalt der Zellen.

Eine andere Reihe betont die Tetraederform, sei es, daß die Tetraederform zusammenhängt mit der tetraedrischen Anordnung der meist zu vier gebildeten Autosporen innerhalb der Mutterzelle (fixierte Zwangsform), sei es, daß sich diese Tetraederform auch aus Schwärmern entwickeln kann (*Tetragoniella*).

Eine Reihe von Heterococcalen ist zur Besiedelung des Substrates übergegangen, ist also festsitzend geworden. Mehrere Typen:

a) Verfestigung durch Ausbildung von Gallertkissen oder Gallertfüßchen.

b) Verfestigung durch Membranstiele.

Zur Entwicklung von Kolonien ist es bei den Heterococcalen mehrfach und unabhängig voneinander gekommen. Die Mittel, die zur Koloniebildung führen, sind sehr verschieden:

a) unregelmäßiges oder regelmäßiges Aneinanderkleben der Zellen, wobei die Zellen auch zu Vieren, manchmal in tetraedrischer Anordnung, Einzelkolonien oder Teilgruppen größerer Verbände bilden können.

b) Die Zellen werden durch die gedehnten Mutterzellmembranen in Verbänden zusammengehalten.

c) Die Zellen werden durch geschichtete oder ungeschichtete Gallertmassen regelmäßig oder unregelmäßig zusammengehalten.

d) Vereinigung der Zellen durch einseitige Gallertausscheidung (Gallertfüßchen), wobei die Kolonien festsitzen [oder frei sein können?].

e) Vereinigung der Zellen durch Membranfortsätze; sowohl festsitzende wie auch freie Formen.

f) Vereinigung der Zellen durch Gallertstiele, die aus den nach einer Richtung hin gequollenen, inneren Membranschichten entstanden sind.

Von besonderer Bedeutung für das Verständnis der Kolonialbildung sind Algenformen, die ohne ständige Kolonien zu bilden, doch Ansätze zur Koloniebildung zeigen.

Für solche Ansätze zur Koloniebildung können als Beispiele neben einigen Arten von *Chlorocloster* und *Monodus* vor allem *Nephrodiella lunaris* und *Chlorellidiopsis* genannt werden. Bei *Pleurochloris* und *Chloridella* treten die zu zwei oder zu vier gebildeten Autosporen getrennt aus der Mutterzelle aus. Bei *Chlorellidium* kleben aber die vier oder zwei Autosporen in der Mutterzelle unter gegenseitiger Abplattung so fest aneinander, daß das ganze Lager der Alge aus solchen fest verbundenen Zweier- oder Vierergruppen besteht. Bei *Chlorellidiopsis* verkleben die Autosporen zwar ebenfalls, sie treten meist untereinander verbunden aus. Ihr Verband ist aber sehr locker und lose. Ein kleiner Druck genügt, sie voneinander zu entfernen. Das ganze Lager zerfällt zunächst in die einzelnen Zweier- oder Vierergruppen von Zellen und schließlich in die Einzelzellen. *Chlorellidiopsis* ist noch nicht endgültig kolonial, vermittelt aber sehr schön eine isoliert lebende Form, z. B. *Pleurochloris* und das koloniale *Chlorellidium*.

Bei der halbmondförmigen *Nephrodiella lunaris* treten die zwei oder vier bereits halbmondförmigen Tochterzellen getrennt aus den Mutterzellen aus. Sie können aber, gewissermaßen ineinander mit je einem Ende eingehakt, verkleben. Dabei können die Zellen mehr einen Haufen bilden oder aber die Zellen haken sich in einer Reihe ineinander und es entstehen dann viergliedrige Ketten, deren Glieder aus kleinen, halbmondförmigen Zellen bestehen. Wir kennen keine Form unter den Heterokonten, die ebensolche Kolonien halbmondförmiger Zellen bilden würde. Aber bei den Chlorophyceen kennen wir sehr verschiedene Verbände solcher halbmondförmiger Zellen.

Bei einer der Gattung *Chlorocloster* nahestehenden Alge (*Chlorocloster dactylococcoides*) (siehe diese) bleiben die Autosporen oft entweder in der Form von fadenförmigen Ketten oder radiär ausstrahlenden, *Actinastrum*-artigen Kolonien beisammen, die wieder zu zweien bis vieren verbunden sein können.

Als weitere Beispiele für beginnende Koloniebildung kann die Tatsache erwähnt werden, daß bei *Bumilleriopsis* oft die Zellen zu vier bis acht, unter Umständen noch mehr, strahlenförmig in einem Punkte verbunden sind. Diese Verbände sind ziemlich stabil und gehen zum Teil aus Schwärmern hervor, die sich nicht vollständig trennen, sondern mit ihren Hinterenden verbunden bleiben. Diese Kolonien können aber auch in der Weise entstehen, daß die Autosporen aus den Mutterzellen nicht einzeln, sondern bereits verklebt austreten und beim Heranwachsen solche Zellverbände geben. Entsprechend der Entstehung sind die aus Schwärmerverbänden gebildeten Kolonien von *Bumilleriopsis* meist sehr regelmäßig, die aus Autosporen entwickelten oft sehr unregelmäßig. Solche Kolonien von *Bumilleriopsis* haben ihre Parallele in der oben erwähnten *Nephrodiella lunaris*, ferner auch unter den Chlorophyceen (*Tetrallantus*, *Nephrocytium* u. a.).

Weiter sei hier erwähnt *Monallantus*, dessen kurz zylindrische Zellen sich durch zwei oder vier Autosporen (abgesehen von der Bildung von Schwärmern) vermehren können. Die Autosporen lagern sich (vermittelt wird dies durch die Übereinanderlagerung der Teilprotoplasten in der Mutterzelle) polar übereinander, werden durch die gedehnte Mutterzellmembran zusammengehalten und bilden auf diese Weise ein kurzes, zweizelliges Fädchen. Der Vorgang kann sich wiederholen, so daß vierzellige Fädchen zustande kommen. Dieser relativ selten auftretende Fall der Bildung kurzer Fäden kann als Ansatz zur Fadenbildung gedeutet werden (siehe Gattungsbeschreibung).

Obwohl die Heterococcalen in ihrer Koloniebildung verschiedene Wege gegangen sind, scheinen sie es doch nicht zu jener überwältigenden Formenfülle und Mannigfaltigkeit gebracht zu haben, wie sie uns bei den Protococcalen so sehr auffällt. Gleichwohl sind aber bei den Heterococcalen koloniale Ausbildungen doch noch häufiger, als bei den protococcalen Ausbildungen der Chrysophyceen oder Dinophyceen. Dabei finden sich aber unter den Heterococcalen koloniale Vereinigungen von einer Form, wie sie in den anderen Algenreihen nicht ebenso auftreten: z. B. *Ophiocytium* sect. *Sciadium*.

Andererseits aber können sonst auch typisch einzeln lebende Heterococcalen gelegentlich die zwei oder vier Autosporen, die die Einzelzelle ausbildet, fadenförmig vereinigen. Das kann auf verschiedene Weise geschehen. Bei *Tetraktis* können sich von den vier sonst tetraedrisch und radiär aneinander ge-

klebten, walzlichen Zellen zwei oder drei fadenförmig aneinanderbleben (s. *Tetraktis*). Bei anderen Formen aber können sich die zwei innerhalb der Mutterzelle gebildeten Autosporen dadurch fadenförmig verbinden, daß sie eine zeitlang von der gedehnten Mutterzellhaut zusammengehalten werden und mit den Enden aneinander kleben. Geschieht das ein- oder zweimal, so entstehen zwei- oder vierzellige Fäden, dann, wenn die Autosporen polar in der gleichen Richtung vereinigt bleiben. Dies trifft z. B. bei *Bumilleriopsis* unter günstigen Kulturbedingungen zu (VISCHER 1935, s. Photos bei der Gattungsbehandlung). Hier handelt es sich tatsächlich um Ansätze zur Fadenbildung. Normalerweise trennen sich aber die Zellen von *Bumilleriopsis* recht frühzeitig voneinander.

Bemerkt sei ferner noch, daß in Kulturen mit besonders günstigen Vermehrungsverhältnissen (solche können auch im Freilandvorkommen auftreten) manche Heterococcalen nicht immer die typische Form zeigen, sie vermehren sich gewissermaßen schon, bevor sie noch die charakteristische Gestalt erreicht haben, ohne aber dabei in ihren Maßen wesentlich kleiner zu sein.

Es ist derzeit unmöglich[1]), ein „System" der Heterococcalen aufzustellen, das die natürlichen verwandtschaftlichen Verhältnisse wiedergibt. Zunächst sind aller Wahrscheinlichkeit nach die Heterococcalen polyphyletisch aus monadoiden Formen hervorgegangen und haben wahrscheinlich unter den Heterochloridalen ganz verschiedene Ausgangspunkte. Daher stellen die Heterococcalen schon von vornherein, so wie es schon auf S. 204 betont wurde, nur eine Zusammenfassung von Heterokonten gleicher morphologischer Lebensform, einen bestimmten Organisationstypus dar.

Ferner kennen wir — und das gilt für sämtliche Ordnungen der Heterokonten — nur einen Bruchteil der Heterococcalen. Dann sind wir mit der Entwicklungsgeschichte der meisten Heterococcalen nur in geringem Maße vertraut und drittens, einer der wesentlichsten Gründe, für die Unmöglichkeit eines natürlichen Systems der Heterococcalen: in der vorliegenden Bearbeitung werden auch von mir sicherlich verschiedene Formen und Stadien unrichtig gedeutet und verkannt.

---

[1]) und wird auch unmöglich bleiben.

Ein System auf deduktiver Basis zu geben, ist derzeit sinnlos Dafür einige Beispiele:

Man könnte die Formen mit besonderem Größenwachstum, die schließlich sehr häufig vielkernig werden, als besondere, einheitliche Gruppe zusammenfassen. Es macht den Eindruck, als ob von diesen Formen *Botrydiopsis*, *Perone*, *Excentrochloris* tatsächlich näher verwandt sind. Aber eine ziemlich scharf charakterisierte Gruppe von Heterococcalen, die mit den genannten Gattungen nicht verwandt ist, hat ebenfalls eine Form mit sehr bedeutendem Größenwachstum hervorgebracht: *Tetragoniella*; und schließlich sind auch die Sciadieen, die an ganz andere Typen anschließen, ebenfalls durch langandauerndes Wachstum und Vielkernigkeit charakterisiert. Es ist daher unmöglich, diese mehr oder weniger vielkernigen, mit lang andauerndem Wachstum versehenen Formen in eine Gruppe zusammenzufassen: sie haben sich wiederholt und an ganz verschiedenen Stellen innerhalb der Heterococcalen ausgebildet.

Man hat früher — und ich selber habe es getan — viele festsitzende Formen unter den Heterococcalen als Chlorotheciaceen zusammengefaßt. Das Merkmal: festsitzende Lebensweise, ist aber nur in beschränktem Maße brauchbar, denn die verschiedensten Heterococcalen können zur festsitzenden Lebensweise übergegangen sein: *Perone*, häufig festsitzend, verwandt mit den vielkernigen Formen vom Typus *Botrydiopsis*; *Characiopsis* und *Characidiopsis* verwandt mit den Pleurochloridaceen und den Monodeen; *Chlorothecium* und *Hemisphaerella* verwandt mit *Bumilleriopsis*, *Centritractus*; *Mischococcus* derzeit ohne nachweisbaren Anschluß. Die Unvereinbarkeit der festsitzenden Formen zu einer Gruppe erhellt aber auch daraus, daß die Art der Verfestigung am Substrat bei diesen Formen recht verschieden sein kann, so verschieden, daß sie einer Vereinigung dieser Formen direkt widerspricht. Bei *Gloeopodium* sitzen die Zellen in der oberen Aushöhlung eines Gallertfußes, bei *Characiopsis*, *Characidiopsis*, *Chlorothecium* u. a. stellt der Fuß eine Membranbildung dar und bei *Mischococcus* werden die Stiele größtenteils aus den polar gequollenen inneren Membranschichten gebildet.

Es läge ferner nahe, die Heterococcalen durchgreifend zu scheiden in solche mit einteiliger und solche mit zweiteiliger Membran. Abgesehen davon, daß wir von den meisten Heterococcalen die Zusammensetzung der Membran nicht kennen, macht es doch den Eindruck, als ob es zwischen der Einteilig-

keit und der Zweiteiligkeit der Membran auch bei den Heterococcalen Übergänge gäbe, so wie wir sie bereits bei den Heterotrichalen (vgl. *Heterothrix*, *Tribonema*) zu kennen glauben.

Ich habe daher versucht, zunächst aus ähnlichen und einander nahestehenden Gattungen kleine Gruppen zu bilden, die, vielleicht wenigstens zum Teile, natürliche Einheiten darstellen dürften, wenngleich einzelne Gattungen nur mit allem Vorbehalte zu bestimmten Gruppen gestellt werden können. Einige dieser Gattungsgruppen stellen nun ziemlich deutlich charakterisierte Familien dar, andere Gattungsgruppen lassen sich wieder zu mehreren in Familien zusammenfassen. Das gilt speziell für koloniale wie auch für festsitzende Formen, wenngleich hier auch das Moment der Konvergenz eine große Rolle spielt.

Auch unter den einzeln lebenden Formen lassen sich einige Gattungsgruppen zusammenlegen. Hier aber ist die Zusammenfassung dieser Gattungsgruppen zu den höheren Einheiten „Unterfamilie" und „Familie" ganz künstlich und es sei hier ausdrücklich auf diesen Umstand verwiesen.

Im Gegensatz zu den einzelligen werden die kolonialen Formen mehr nach sekundären Momenten, der Art der Koloniebildung, der Form der Kolonien, zusammengefaßt. Gleichwohl lassen sich neben künstlichen Gruppen wie den *Botryochlorideae*, *Gloeobotrydeae*, doch auch recht natürliche Gruppen erkennen: *Mischococcaceae*, *Sciadieae*.

Die nachstehende Gliederung der Heterococcalen stellt in keiner Weise den Versuch eines natürlichen Systems dar, im Gegenteil, sie ist mehr ein Versuch, die Heterococcalen in übersichtlicher Form zu gliedern. Diese Gliederung findet zum größten Teil nach äußeren Gesichtspunkten statt, wenn auch sicherlich, besonders in den kleineren Einheiten, z. T. mehr natürliche Verbände zum Ausdruck kommen. Jeder neue Fund von Heterococcalen kann die hier gegebene Gliederung irgendwo und irgendwie als unrichtig erweisen.

Die Zusammenhänge unter den Heterococcalen-Gattungen sind (ohne daß alle Gattungen angeführt sind) in der schematischen Übersicht auf S. 318, Fig. 211 zum Ausdruck gebracht.

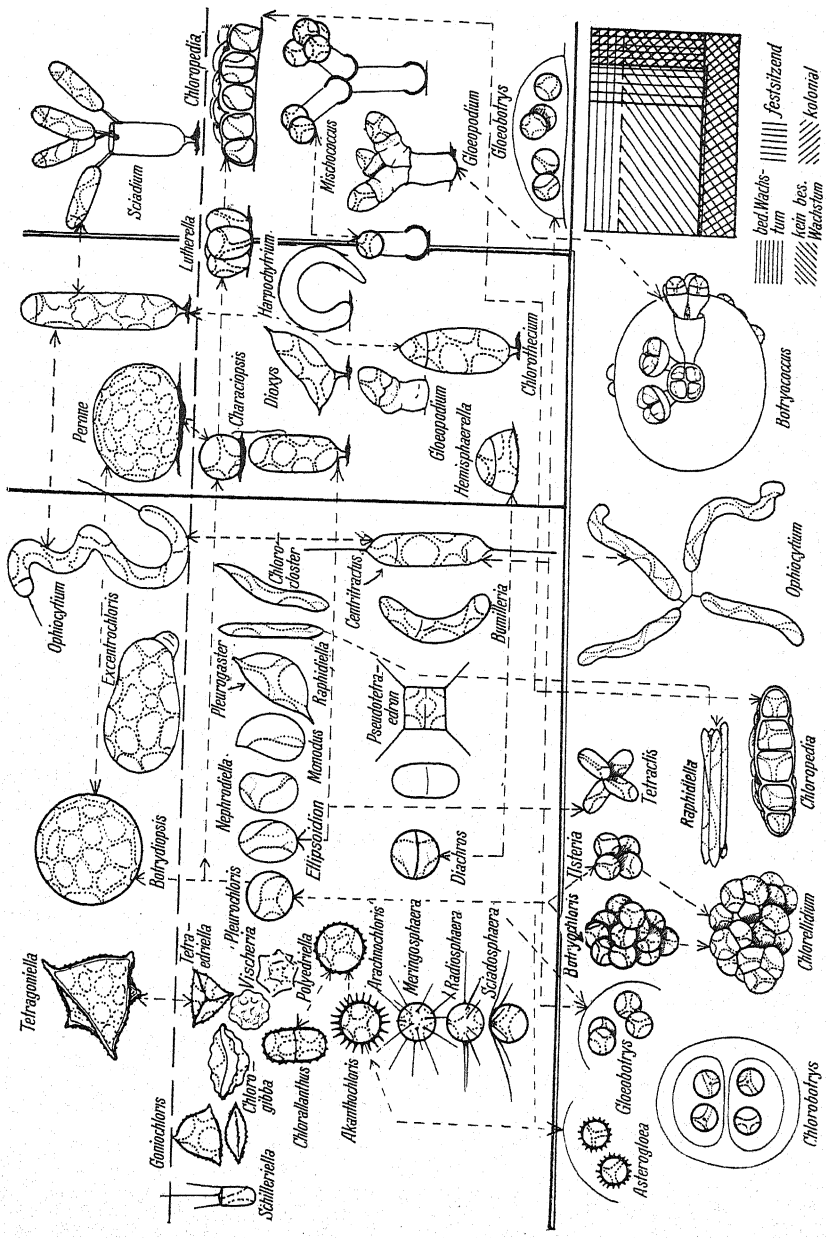


Fig. 211. Übersichtliche Darstellung der morphologischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Heterococcalen-Ausbildungen. Beachte die Legende rechts unten. In dieser Darstellung ist die Gattung *Bumilleriopsis* aus Versehen als *Bumilleria* bezeichnet worden. Die Darstellung umfaßt nicht alle Heterococcalen.

Vorläufige Anordnung der Heterococcalen.

Pleurochloridaceae

einzeln lebende, nicht festsitzende Heterococcalen ohne bedeutendes Längenwachstum.

Pleurochlorideae.

Zellen kugelig, ohne bedeutenderes Größenwachstum.

1 *Pleurochloridella*, 2 *Pleurochloris*, 3 *Chloridella*, 4 *Sklerochlamys*, 5 *Diachros*.

Botrydiopsideae.

Zellen kugelig bis länglich, Größenwachstum sehr betont [eine Form gelegentlich (ob immer?) festsitzend].

6 *Botrydiopsis*, 7 *Excentrochloris*. 8 *Perone*.

Monodeae.

Zellen ellipsoidisch bis länglich, ei- oder spindelförmig, deutlich zweipolig, ohne bedeutenderes Größenwachstum.

9 *Ellipsoidion*, 10 *Monallantus*, 11 *Nephrodiella*, 12 *Monodus*, 13 *Chlorocloster*, 14 *Pleurogaster*, 15 *Rhomboidella*, 16 *Prismatella*.

Trachycystideae.

Membran in regelmäßiger Weise skulpluriert, Zellen kugelig bis länglich, ohne Borsten.

17 *Arachnochloris*, 18 *Trachycystis*, 19 *Endochloridion*, 20 *Akanthochloris*, 21 *Trachychloron*, 22 *Aulakochloris*, 23 *Chlorallantus*,

Asterogloeeae

wie vorige, doch in Gallertlagern,

24 *Asterogloea*.

Chlorokoryneae

wie längliche *Trachycystideae*, doch festhaftend und mit einseitigem Membranzapfen.

25 *Chlorokoryne*,

Meringosphaereae

kugelig mit Schwebeborsten, Membran wahrscheinlich skulpturiert und zweiteilig.

26 *Meringosphaera*, 27 *Radiosphaera*, 28 *Skiadosphaera*.

Polyedrielleae.

Zellen im Prinzip kugelig, doch auch halbkugelig bis napfförmig, Membran mit unverdickten Ausbuckelungen versehen und (ob immer?) skulpturiert.

29 *Vischeria*, 30 *Polyedriella*, 31 *Chlorogibba*.

Tetraedrielleae.

Zellen tetraedrisch oder gestutzt prismatisch-walzlich, Membran skulpturiert.

32 *Tetraedriella*, 33 *Tetrakentron*, 34 *Tetragoniella*, 35 (*Schilleriella?*).

Goniochlorideae.

Zellen kissenartig, mit regelmäßigem, 3–4seitigem Umriß, Membran skulpturiert.

36 *Goniochloris*.

Gloeobotrydaceae

Zellen in unregelmäßiger oder regelmäßiger Anordnung, zu mehreren bis vielen in ungeschichteter oder geschichteter Gallerte lebend.

37 *Gloebotrys*, 38 *Chlorobotrys*.

Botryochloridaceae

Zellen von verschiedener Gestalt, miteinander zu regelmäßigen oder unregelmäßigen Kolonien verklebt.

Botryochlorideae.

Zellen zu mehreren bis vielen in unregelmäßigen und regelmäßigen Haufen, zumeist keine Zelltetraden.

39 *Botryochloris*, 40 *Sphaerosorus*.

Tetraktineae.

Zellen kugelig bis lang gestreckt, Kolonien zu allermeist vierzellig.

41 *Ilsteria*, 42 *Tetraktis*, 43 *Raphidiella*.

Chlorellidieae

vielzellige, haufenartige Verbände, die zumeist aus Zelltetraden bestehen.

44 *Chlorellidiopsis*, 45 *Chlorellidium*.

Gloeopodiaceae

Zellen in den Aushöhlungen von Gallertstielen lebend, festsitzend [oder untereinander zu treibenden Kolonien verfestigt, Zugehörigkeit zu den Heterokonten sehr fraglich].

Gloeopodieae

meist einzellig, festsitzend.

46 *Gloeopodium*.

Botryococceae[1])
zu treibenden Kolonien vereinigt.
Botryococcus (Zugehörigkeit zu den Heterokonten unwahrscheinlich, fast sicher Chlorophycee).

Mischococcaceae

festsitzend, dicho- oder tetrachotome Zellverbände, Zellen gestielt, Stiele vorherrschend durch die inneren und dabei polar gequollenen Membranschichten gebildet.
47 *Mischococcus*.

Characiopsidaceae

Zellen einzeln lebend; mittels Stielchen, die aus Membransubstanz gebildet werden, verfestigt (manchmal ohne Stielchen sitzend). Membran einteilig.
48 *Characidiopsis*, 49 *Characiopsis*, 50 *Dioxys*, 51 *Peroniella*, 52 *Harpochytrium*.

Chloropediaceae

Zellen zu vieren oder zu vielen und dann in einschichtigen Täfelchen vereinigt, meist festsitzend. Membran einteilig.
Lutherelleae
in Vierergruppen, die durch Autosporenbildung entstehen.
53 *Lutherella*.
Chloropedieae.
Zellen zu Täfelchen vereinigt.
54 *Chloropedia*.

Trypanochloridaceae

sternförmig gelappte, in der Schale von Schnecken lebende Zellen.
55 *Trypanochloris*.

Centritractaceae

gestreckte, einzeln lebende, selten kolonial vereinigte, walzliche Zellen mit zweiteiliger Membran.
56 *Bumilleriopsis*, 57 *Pseudotetraëdron*, 58 *Centritractus*.

---

[1]) Die Arbeit von Miss Blackburn (Okt. 1936), in der die Zugehörigkeit von *Botryococcus* zu den Chlorophyceen fast gesichert wird, kam mir erst nach dem Satze meines Manuskriptes zur Kenntnis. *Botryococcus* ist daher im Anhange nur kurz behandelt.

Chlorotheciaceae

festsitzend oder frei, einzeln lebend oder stockwerkartige Kolonien bildend, walzlich mit zweiteiliger Membran und ohne oder mit besonderem Längenwachstum.

Chlorothecieae

ohne Koloniebildung, meist ohne besonderes Längenwachstum, festsitzend.

59 *Hemisphaerella*, 60 *Chlorothecium*.

Sciadieae

mit betontem Längenwachstum, schließlich vielkernig, einzeln lebend oder radiäre oder stockwerkartige Kolonien bildend, im letzteren Falle festsitzend.

61 *Ophiocytium*.

Bestimmungsschlüssel der bis jetzt bekannten Heterococcalengattungen.

Vorbemerkungen:

Dieser Bestimmungsschlüssel ist nach rein praktischen Rücksichten, ohne jede Rücksicht auf verwandtschaftliche Beziehung, aufgestellt. Er gibt kein „System" der Heterococcalen wieder. Die Aufstellung geschah nach rein „differential-diagnostischen" Gesichtspunkten.

Die einzelnen Teilschlüssel überlagern sich: so sind bei den kolonialen Formen auch die festsitzenden, bei den festsitzenden Formen auch die kolonialen berücksichtigt. Da manche koloniale Formen gelegentlich auch einzeln auftreten, ist auch, soweit es möglich ist, beim Teilschlüssel „Einzeln lebende Formen" auf solche Vorkommnisse verwiesen.

Die Schlüssel reichen in den meisten Fällen zur sicheren Bestimmung in keiner Weise aus, sie sollen mehr Hinweise sein. Genauer Vergleich der Figuren, der Gattungsbeschreibungen und vor allem genaueste Beobachtung des Materiales sind unbedingt notwendig.

Es darf schließlich nicht übersehen werden, daß auch einzelne fadenförmige Heterokonten einzellig werden können und ihre Fadenverbände auflösen können (*Heterococcus*, *Heteropedia*, zum Teil *Heterothrix*, ja auch *Tribonema* und auch *Bumilleria*).

Übersicht über die Teilschlüssel:

A Zellen einzeln, mit verschiedener Gestalt, frei, nicht festsitzend . . . . . **A.** S. 323.
B Zellen festsitzend, einzeln oder kolonial . . . . **B.** S. 329.
C Zellen in Kolonien . . . . . **C.** S. 331.

Teilschlüssel A.

Einzeln lebende und freie (nicht angewachsene) Formen, die nur gelegentlich und nur vorübergehend (nach den Teilungen und vor der endgültigen Trennung der Tochterzellen) mehrzellige Verbände bilden[1] [2]).

Zellen kugelig[3]) . . . . . I. S. 323.
Zellen nicht kugelig, sondern eirund, ellipsoidisch bis kurz walzlich . . . . . II. S. 325.
Zellen gestreckt walzlich bis lang wurstförmig . . . . . III. S. 327.
Zellen spindelförmig bis nadelförmig, sehr häufig einseitig ausgebaucht . . . . . IV. S. 327.
Zellen tetraedrisch, polyedrisch, halbkugelig bis unregelmäßig V. S. 328.

I.

Zellen kugelig[3]):

I. Membran glatt, ohne Anhänge oder Skulpturen[4]).
1. Zellen ohne bedeutendes Größenwachstum[5]).
A. Membran aus einem Stück bestehend.
a. Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen[6]).
α. Im ausgewachsenen Zustande mit kontraktilen Vakuolen[7]) **Pleurochloridella 1.**

---

[1]) Bei der Bestimmung ist, abgesehen von jenen Formen, die in ihrer Zellform sekundär sehr charakteristisch gestaltet sind (auch Skulpturen), immer reichlicheres Material notwendig.

[2]) Auch koloniale Heterococcalen wie auch die fadenförmigen Ausbildungen können ihre Zellen isolieren. Im übrigen gibt es Übergänge von einzeln lebenden zu kolonialen Heterococcalen, z. B. *Chlorellidiopsis*, welche gewissermaßen einen Übergang von einzeln lebenden Formen, z. B. *Pleurochloris*, *Chloridella* zum kolonialen *Chlorellidium* darstellen.

[3]) Junge Zellen sind nicht immer kugelig, sondern manchmal abgeplattet bis unregelmäßig polyedrisch, gelegentlich finden sich im Material neben kugeligen Zellen oft vereinzelt längliche Formen (manchmal Teilungshemmung). Es können aber auch gelegentlich koloniale Heterococcalen einzelne Zellen isoliert entwickeln.

[4]) Beachte, daß bei *Botrydiopsis* gelegentlich einzelne, derbe Membranwarzen auftreten können. Manchmal erscheint aber die Membran ausgewachsener Zellen durch viele kleine Warzen skulpturiert.

[5]) Unterschiede gleitend. Junge Zellen aus der Gruppe 2 (Zellen mit bedeutendem Größenwachstum) sind natürlich zunächst sehr klein. Andererseits aber können vereinzelte Zellen der Gruppe 1 (Zellen ohne bedeutendes Größenwachstum) besonders bei Teilungshemmungen unter Umständen recht groß werden.

[6]) Hier ist längere Beobachtung notwendig. Sonst kann es geschehen, daß die Form bei b (Vermehrung nur durch Autosporen) gesucht wird.

[7]) Man beachte, daß auch Arten, deren ausgewachsene Zellen keine kontraktilen Vakuolen besitzen, in der Jugend kontraktile Vakuolen haben können. Bei manchen Formen treten die Autosporen noch mit kontraktilen Vakuolen aus der Mutterzelle aus, bilden sie aber dann zurück.

β. Im ausgewachsenen Zustande ohne kontraktile Vakuolen[1]).
* Membran zart . . . . . **Pleurochloris 2.**
** Membran derb, radiär durch feine Kanäle durchbrochen **Sklerochlamys 4.**

b. Vermehrung (soweit bekannt) nur durch Autosporen **Chloridella 3.**

B. Membran zweiteilig[2]) . . . . . **Diachros 5.**

2. Zellen mit bedeutendem Größenwachstum[3]).
A. Süßwasserform . . . . . **Botrydiopsis 6.**
B. Meeresform . . . . . *Halosphaera*

II. Membran skulpturiert[4]) oder mit (meist) nadelförmigen Anhängen.
1. Membran nur netzig skulpturiert, ohne Stacheln und Nadeln.
A. Chromatophoren wandständig.
a. Chromatophoren topfförmig, oft in Längsteilung begriffen. Skulpturen netzig[5]) . . . . . **Arachnochloris 17.**
b. Chromatophoren scheibchenförmig.
α. Skulpturen netzig[5]), oft sehr weitmaschig **Trachycystis 18.**
β. In der Skulptur die meridionalen Leisten betont[5]) **Aulakochloris 22.**

B. Chromatophoren binnenständig[6]) . . . . **Endochloridion 19.**

---

[1]) Hier ist längere Beobachtung notwendig. Sonst kann es geschehen, daß die Form bei b (Vermehrung nur durch Autosporen) gesucht wird.

[2]) Bis jetzt nur Vermehrung durch Autosporen bekannt, es ist nicht sicher gestellt, ob auch Schwärmer vorkommen.

[3]) Vgl. hier auch *Perone*, die normalerweise auf *Sphagnum*-Blättern festsitzt, aber durch die Präparation oft abgelöst wird. Parallelgattung unter den Chlorophyceen: *Eremosphaera*, die aber Stärke hat und sich durch wenige, sehr große Autosporen vermehrt. *Eremosphaera* ist im ausgewachsenen Zustand viel größer als *Botrydiopsis* und erreicht 200 μ im Durchmesser. *Halosphaera* in ihrem Umfange unklar, siehe Anhang.

[4]) Zur Beobachtung der Skulptur ist oft die Verwendung einer Ölimmersion notwendig, bei oberflächlicher Beobachtung wird die Skulptur oft übersehen, manchmal ist sie außerordentlich zart.

[5]) Bei *Arachnochloris* und *Aulakochloris* sind die Zellen manchmal kurz ellipsoidisch. Solche kurz ellipsoidische Zellen von *Aulakochloris* zeigen die Längsstreifung der Membran besonders stark entwickelt.

[6]) Junge Zellen anderer Heterokonten, die gerade aus Schwärmern mit binnenständigem Chromatophoren gebildet wurden, zeigen zunächst ebenfalls einen oder mehrere binnenständige Chromatophoren.

2. Membran stachelig oder mit Nadeln besetzt.
   A. Membran mit vielen sehr kurzen Stacheln[1]) **Akanthochloris *20*.**
   B. Membran mit sehr langen Nadeln besetzt (marine Formen)[2]).
      a. Nadeln gleichmäßig über die Zelle verteilt, radiär[3]) **Meringosphaera *26*.**
      b. Nadeln lokal entwickelt.
         α. Nadeln aequatorial und radiär[4]) . . **Radiosphaera *27*.**
         β) Nadeln wahrscheinlich nur an einem Pole, sich schirmartig weit divergierend über die Zelle neigend[5]) **Skiadosphaera *28*.**

III. Zellen regelmäßig ausgebuckelt bzw. ausgebeult, entweder nur wenige Buckel oder Zelle sehr regelmäßig mit sehr vielen Buckeln besetzt[6]). Wand von den Buckeln nicht verdickt . . . . . **Vischeria *29*.**

II.

Zellen eiförmig, ellipsoidisch bis kurz walzlich oder nierenförmig[7]).

---

[1]) Auch die Membran von *Botrydiopsis* kann mit sehr vielen kurzen, allerdings unregelmäßigen Warzen besetzt sein. *Akanthochloris* kann sehr leicht mit *Akanthococcus* (*Trochiscia*) verwechselt werden. Diese Gattung gehört aber zu den Chlorophyceen (*Protococcales*) und hat Stärke, oft auch ein Pyrenoid. Im übrigen sind die Sporen (besonders Zygoten) vieler Chlorophyceen (besonders vieler *Volvocales*) mit einer derartigen, stacheligen Skulptur versehen. Sind kurzstachelige, zu den Heterococcalen gehörende Algen zu mehreren in mächtig entwickelte Gallerte vereinigt, so vergleiche die Gattung *Asterogloea* 24.

[2]) Ob neben den Nadeln auch noch eine weitere Netzskulptur der Membran vorhanden ist, ist nicht geklärt.

[3]) Es gibt eine Reihe von Protococcalen, die ebenfalls mit radiär ausstrahlenden, gleichmäßig über die Zelloberfläche verteilten Nadeln versehen sind. Sie besitzen rein grüne Chromatophoren, Stärke und manchmal Pyrenoide (*Golenkinia*, *Micractinium*, *Akanthosphaera* u. a.).

[4]) Die Zellen sind in der Richtung der Achse, die normal zur Äquatorialebene steht, leicht zusammengedrückt.

[5]) Vielleicht auch hier die Zellen etwas polar abgeplattet (vielleicht nur an dem Pole, von dem die Nadeln ausgehen).

[6]) Achtung auf *Asterogloea*, *Trachycystis*, *Trachychloron*, *Arachnochloris*, wo gelegentlich sehr derbe Membranwarzen oder Stacheln Buckel vortäuschen können.

[7]) Man übersehe nicht, daß auch bei den Algen der Gruppe I (Zellen kugelig) die Autosporen vor dem Austritt gegenseitig etwas abgeplattet sein können und daß sie auch einige Zeit nach dem Austritt diese Formunregelmäßigkeit beibehalten können, bis sie wieder kugelig werden können. (Vgl. auch Gruppe IV, besonders dann, wenn die Zellen gekrümmt oder einseitig ausgebaucht sind.)

I. Zellen eiförmig bis kurz ellipsoidisch.

1. Membran glatt[1]).

A. Zellen kurz ellipsoidisch, manchmal mit etwas ungleichen Polen, ohne besonders zugespitztes Ende . . . . . **Ellipsoidion 9.**

B. Ein Ende der Zellen spitz oder schief verschmälert[2]). Zellen an den beiden Enden fast immer sehr ungleich[3]). Nur Autosporen **Monodus 12.**

2. Membran skulpturiert[4]).

A. Zellen mehr ellipsoidisch.

a. Skulptur der Membran mehr netzförmig[5]) **Trachychloron 21.**

b. In der Skulptur die meridionalen Leisten betont **Aulakochloris 22.**

B. Zellen kurz walzlich, manchmal kurz bestachelt[6]) **Chlorallantus 23.**

II. Zellen anders gestaltet.

1. Zellen nieren- bis herzförmig, manchmal halbkreisförmig gebogen[7]) **Nephrodiella 11.**

2. Zellen kurz walzlich, höchstens $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ so lang als dick.

A. An den Enden ohne Stachelpaare[8]).

a. Enden fast gerade abgeschnitten oder breit abgerundet **Monallantus 10.**

b. Enden schief abgeschnitten; optischer Längsschnitt der Zelle fast rhombisch . . . . . **Rhomboidella 15.**

---

[1]) Ganz übereinstimmende Formen finden sich unter den Protococcalen nicht. Verwechselt könnten werden *Oocystis* in einzelnen Arten und vielleicht *Myrmecia*.

[2]) *Monodus* und *Ellipsoidion* unterscheiden sich auch dadurch, daß bei *Monodus* nur Autosporen gebildet werden.

[3]) *Monodus* und *Chlorocloster* kommen sich in manchen Formen sehr nahe. Ja beide Gattungen gehen fast ineinander über.

[4]) Siehe auch sub-linea-Note 4, S. 324.

[5]) *Arachnochloris* und *Aulakochloris* kommen auch mit kugeligen Zellen vor.

[6]) Kann bei zarter Skulptur leicht mit *Ellipsoidion* und vor allem *Monallantus* verwechselt werden und hat meist eine mehr walzliche Gestalt. *Chlorallantus* hat eine zweiteilige Membran.

[7]) Parallelgattung unter den Chlorophyceen: *Phaseolaria*. Es können ferner auch die kolonialen Protococcalen: *Kirchneriella*, *Didymogenes* u. a., die nierenförmige Zellen haben, vorübergehend als Einzelzellen vorkommen.

[8]) Kann leicht mit isolierten Zellen der fadenförmigen Heterokonten *Bumilleria* oder *Heterothrix* verwechselt werden. Auch zart skulpturierte Zellen von *Chlorallantus* können irrtümlich hierher gerechnet werden. Vgl. oben Anm. 6.

B. Im optischen Längsschnitt fast rechteckig, an jeder Ecke[1]) ein langer Membranstachel. Planktont . . **Pseudotetraedron *57*.**

III.

Zellen gestreckt walzlich bis lang wurstförmig, oft vielfach gekrümmt[2]).

I. An den Enden ohne Stacheln, höchstens mit deutlicher, manchmal knopfförmiger Verdickung.

1. Mehr nadelförmig[3]) . . . . . **Raphidiella *43*.**
2. Mehr walzlich[4]).
   A. Längenwachstum nicht sehr bedeutend. Zusammensetzung der Membran aus zwei Hälften nicht sehr deutlich, die eine Hälfte nicht deckelartig[5]) . . . . . **Bumilleriopsis *56*.**
   B. Längenwachstum sehr gesteigert. Die eine Membranhälfte meist deckelartig klein . . . . . **Ophiocytium *61*.**

II. An einem oder beiden Enden je ein langer Stachel, Zellen oft sehr mannigfaltig gekrümmt.

1. Zellen gerade, kein auffallendes Längenwachstum[6]) **Centritractus *58*.**
2. Zellen meist gekrümmt, Längenwachstum oft auffallend[7]) **Ophiocytium *61*.**

IV.

Zellen einseitig spindelförmig bis nadelförmig, dabei gekrümmt oder einseitig ausgebaucht[8]).

---

[1]) Parallelgattung unter den Protococcalen (Chlorophyceen): *Polyedriopsis* SCHMIDLE, besonders die Art *P. quadrispina* G. M. SMITH, die im allgemeinen Habitus *Pseudotetraedron* zum Verwechseln ähnlich sieht, aber einen topfförmigen Chromatophoren und auch ein Pyrenoid besitzt.

[2]) Junge Zellen sind natürlich oft kürzer.

[3]) Parallelgattung unter den Chlorophyceen: *Raphidium* (*Ankistrodesmus*), das meist gebogene oder schraubig gekrümmte Zellen hat und bei dem die Kolonie nur selten aus parallel ausgerichteten Zellen besteht. Vgl. unter den Heterokonten auch *Chlorocloster*.

[4]) Vgl. auch *Nephrodiella* Nr. 11, besonders wenn die Zellen sehr klein sind.

[5]) Vgl. auch *Chlorocloster*. Da sowohl *Chlorocloster* wie auch *Bumilleriopsis* unvollständig bekannt sind, so wissen wir auch über die Beziehungen der beiden Gattungen zueinander nichts.

[6]) Über die Beziehungen der beiden Gattungen *Centritractus* und *Ophiocytium* sind wir nicht ausreichend unterrichtet. Wahrscheinlich sind beide Gattungen nahe verwandt. Verwechslungen mit anderen Algen kaum möglich, vielleicht noch mit der Chlorophycee *Schroederia* LEMMERMANN, eventuell mit *Chlosteridium* REINSCH.

[7]) Junge, kurze, dabei lang bestachelte Zellen von *Ophiocytium* können sehr leicht mit *Centritractus* verwechselt werden.

[8]) Auch Gattungen der Gruppe III können vereinzelt einzelne Zellen ausbilden.

I. Zellen mehr plump spindelförmig.
  1. Im Querschnitt rund oder elliptisch. Einseitig ausgebaucht. Membran an den Enden warzig verdickt[1]) . . . . . **Pleurogaster** ***14.***
  2. Im Querschnitt schief rhombisch, Zellen spindelförmig, oft mit fast sechseckigem Umriß . . . . . **Prismatella** ***16.***

II. Zellen schlank nadelförmig und oft sehr stark gekrümmt.
  1. Mehr spindelförmig, Membran sehr zart[2]) . . . **Chlorocloster** ***13.***
  2. Mehr walzlich nadelförmig, meist in Büscheln, fast immer gerade **Raphidiella** ***43.***

V.

Zellen kugelig-polyedrisch bis kugelig, manchmal mit Ausbeulungen versehen, halbkugelig, tetraëdrisch bis unregelmäßig.

I. Zellen kugelig-polyedrisch[3]).
  1. Zellen mit regelmäßigen, entweder wenigen und großen oder vielen und kleinen Ausbeulungen versehen, die Kegeln oder Kugelsegmenten entsprechen. Membran ohne Verdickungen . . . . . **Vischeria** ***29.***
  2. Zellen ausgesprochen stumpf-eckig polyedrisch, Membran bis auf die manchmal ein wenig verdickten Polyederecken nicht verdickt **Polyedriella** ***30.***

II. Zellen anders gestaltet.
  1. Regelmäßig tetraëdrisch.
    A. Ecken des Tetraëders langarmig ausgezogen[4]) **Tetrakentron** ***33.***
    B. Ecken nicht ausgezogen (doch manchmal mit Nadeln besetzt).
      a. Sehr kleine Zellen (bis 15 μ), marine Formen mit Stacheln[5]) **Tetraëdriella** ***32.***
      b. Große Zellen 20–40 μ groß[6]) . . . . . **Tetragoniella** ***34.***
  2. Nicht tetraëdrisch.
    A. Zellen drei- bis viereckig, flach, kissenförmig[7]) **Goniochloris** ***36.***

---

[1]) Einzelne Zellen von *Pleurogaster* können *Closteridium* Reinsch oder auch der Dinococcalen *Raciborskia* ähnlich sehen, aber nur dann, wenn die braunen Chromatophoren nach dem Absterben grün gefärbt sind.

[2]) *Raphidiella*-Bündel können, besonders wenn die Zellen parallel liegen, leicht verwechselt werden mit den Kolonien von *Atractinium* Zacharias (= *Quadrigula* Printz).

[3]) Es gibt Chlorophyceen, deren Zygosporen etwas polyedrisch aussehen.

[4]) Parallelgattung unter den Protococcalen: *Treubaria* (spez. *Tr. crassispina* Smith.

[5]) Die tetraëdrischen *Tetraëdron*-Arten unter den Chlorophyceen sind im allgemeinen größer.

[6]) Kann bei oberflächlicher Beobachtung verwechselt werden z. B. mit *Tetraëdron trigonum* var. *gracile* oder *Tetraëdron victoriae* var. *maior* oder vielleicht auch mit *Cerasterias* Reinsch, besonders *C. irregularis* Smith.

[7]) Man achte darauf, daß *Goniochloris* niemals tetraëdrisch ist, auch nicht in den dreieckigen Formen.

B. Zellen anders gestaltet.
  a. Regelmäßige Zellen ohne einseitige Membranverdickung.
    α. Halbkugelig bis schalenförmig, auffallend gebuckelt ohne Nadeln . . . . . **Chlorogibba *31*.**
    β. Länglich, am oberen, abgestutzten Ende drei in der Längsrichtung stehende Nadeln; marin . . . **Schilleriella *35*.**
  b. Unregelmäßige, oft keulenförmige Zellen, zumeist mit einer derben, oft verlängerten, geschichteten Membranverdickung.
    α. Membran skulpturiert, Zellen klein (bis 15 μ), meist in Gruppen, vielleicht festsitzend . . **Chlorokoryne *25*.**
    β) Membran glatt, Zellen ausgewachsen, sehr groß (20–50 μ), immer einzeln[1]) . . . . . **Excentrochloris *7*.**

Teilschlüssel **B.**

Festsitzende Formen.

I. Einzellige, nicht koloniale Gattungen[2]).
  1. Zellen direkt aufsitzend, ungestielt.
    A. Membran aus einem Stück bestehend.
      a. Kugelig, eiförmig, spindelförmig bis walzlich.
        α. Sehr große, in der Jugend rhizopodiale, kugelige, auf *Sphagnum* lebende Alge[3]) . . . . . **Perone *8*.**
        β. Kleinere, seltener kugelige, meist anders gestaltete Algen.
          * Zellen meist walzlich gekrümmt, sich an das Substrat (immer eine Fadenalge) anlegend oder es manchmal umschlingend: Durchwachsung; grüne wie farblose Formen[4]) **Harpochytrium *52*.**
          ** Zellen anders wachsend.
            + Kontraktile Vakuolen und Stigma an der erwachsenen Zelle vorhanden[5]) . . . . . **Characidiopsis *48*.**
            ++ Ohne diese Organe[5]) . . . . . **Characiopsis *49*.**

---

[1]) Ähnliche Gattungen, die auch zu den Chlorophyceen gehören, sind *Kentrosphaera* und *Excentrosphaera*.

[2]) Vergl. *Chlorokoryne 25*: mit skulpturierter Membran, ei- bis unregelmäßig birnförmig; mit dem breiten Ende der Unterlage anhaftend, das andere Ende mit mächtigem Membranzapfen.

[3]) Kleine Zellen von *Perone* können leicht für *Lutherella* gehalten werden. *Lutherella* neigt aber zur Bildung zwei- oder vierzelliger Grüppchen.

[4]) Die Abgrenzung von *Harpochytrium* gegenüber *Characiopsis* und *Chlorothecium* bedarf einer neuen Untersuchung. Die Verfestigung von *Harpochytrium* ist nicht näher studiert, auch nicht der Bau der Membran.

[5]) Achte auf die völlig konvergenten Protococcalen-Gattungen *Characium* und *Characidium*. Von festsitzenden Heterococcalen sehen einzeln lebende Zellen von *Lutherella* manchen *Characiopsis*-Arten ähnlich. Es sind nicht alle *Characiopsis*-Arten auf den Besitz von Vakuolen und Stigma näher untersucht, ebenso können einige noch nicht näher untersuchte *Characiopsis*-Arten zweiteilige Membranen besitzen.

b. Zellen plump, sternförmig gelappt, flach, in den Schalen von Schnecken (*Clausilia*) lebend . . . . **Trypanochloris 55.**

B. Membran aus zwei Teilen bestehend.

a. Zellen halbkugelig, mit breiter Basis aufsitzend[1]) **Hemisphaerella 59.**

b. Zellen anders gestaltet[2]) . . . . . **Chlorothècium 60.**

2. Zellen (oft kurz) gestielt[3]).

A. Stiel aus derber Gallerte bestehend, Membran sich nicht in den Stiel fortsetzend, sondern Zelle im oberen Ende des Gallertstieles sitzend[4]) . . . . . **Gloeopodium 46.**

B. Stiel aus Membransubstanz bestehend: die Zellhaut setzt sich in den Stiel fort[5]).

a. Farblose Formen (Durchwachsung)[6]) . **Harpochytrium 52.**

b. Grüne Formen.

α. Membran einteilig.

* Zellen meist in der Richtung des Stieles; wenn schief oder quer dazu, dann nicht dreieckig.

\+ Mit Vakuolen und Stigma[7]) . **Characidiopsis 48.**

++ Ohne diese Organe[7])

° Stiel höchstens so lang als die Zelle. **Characiopsis 49.**

°° Stiel oft viel länger als die meist kleine Zelle[8]) **Peroniella 51.**

** Zellen schief oder quer zum Stiel, schief dreieckig, die beiden freien Ecken mit verdickten Membranstellen[9]) **Dioxys 50.**

β. Membran zweiteilig, Zellen anders gestaltet[10]) **Chlorothecium 60.**

---

[1]) *Hemisphaerella* hat unter den Tetrasporalen eine konvergente Gattung, deren Beschreibung ich demnächst bringe (*Chloremys*).

[2]) Auch unter den Chlorophyceen gibt es festsitzende Formen mit Deckel (*Micracium*).

[3]) Hier ist immer größeres Vergleichsmaterial notwendig.

[4]) Vgl. auch die Heterocapsale *Malleodendron*, ferner die Tetrasporale *Malleochloris*. Ebenso können junge, einzellige Stadien von *Mischococcus* irrtümlich hier gesucht werden (s. *Mischococcus*).

[5]) Man achte mit größter Genauigkeit auf die Bildungsweise des Stieles.

[6]) S. Note 4, S. 329. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es auch gestielte grüne Harpochytrien gibt.

[7]) S. Note 5, S. 329.

[8]) Sehr unsichere Gattung, vielleicht zum Teil gar nicht zu den Heterococcalen gehörig.

[9]) Parallelgattung unter den Chlorophyceen: *Bicuspidella* (mit Pyrenoid, kontraktilen Vakuolen und Stigma), unter den Dinophyceen *Raciborskia* mit zahlreichen braunen Chromatophoren, die nach dem Tode grün werden.

[10]) Vgl. Note 2 auf dieser Seite.

II. Festsitzende, koloniale Gattungen[1]).

1. Zellen ohne verbindende Gallertstiele.

A. Zellen zu zwei oder vieren, kleine auf Algenfäden festsitzende Gruppen bildend; Zellen kugelig ellipsoidisch (sich gegenseitig abplattend)[2]) . . . . . **Lutherella *53*.**

B. Zellen in kleinen Täfelchen (Blastoparenchym) vereinigt, die oft deutlich eine Zusammensetzung aus Zweier- oder Vierergruppen (Autosporengruppen) anzeigen[3]) . . . . . **Chloropedia *54*.**

2. Zellen durch Stiele (Membran- oder Gallertstiele) miteinander verbunden.

A. Stiele sehr derb, manchmal geschichtet; in ihren oberen Enden sitzen eiförmige Zellen. Kolonien selten zwei-, höchstens vierzellig[4]) **Gloeopodium *46*.**

B. Stockwerkartig gegliederte Kolonien.

a. Zellen kugelig, zu zweien oder vieren derben, dichotomen oder tetrachotomen Stielen aufsitzend, die basal einer kugeligen, derben Membranpartie aufstehen[5]) . . . **Mischococcus *47*.**

b. Zellen walzlich mit Membranstielen; an der Mündung der entleerten Mutterzellen stehen die gestielten, doldenartig angeordneten Tochterzellen[6]) . **Ophiocytium** sect. **Sciadium *61*.**

Teilschlüssel C.

Kolonien bildende Formen.

I. Freie, nicht festsitzende Kolonien.

1. Zellen durch Gallerte zusammengehalten, in der jede Einzelzelle ganz oder „teilweise" eingebettet ist.

A. Zellen völlig von Gallerte umgeben.

a. Zellen ohne bestimmte Anordnung innerhalb der Gallerte.

---

[1]) Es gibt eine Reihe festsitzender heterococcaler Gallertkolonien, die ich aber zu wenig sah, um sie beschreiben zu können. Sie sitzen dem Substrat mit breiter Basis auf und können es unter Umständen überkrusten. Hierher gehören z. B. einige noch zu wenig bekannte Formen von *Gloeobotrys*. Es gibt ferner auch noch unbeschriebene Gattungen und Arten unter den Heterococcalen vom Typus der Grünalgengattung *Coccomyxa*, deren dünne Gallertlager ebenfalls anhaften.

[2]) Ähnliche Alge unter den Protococcalen: *Sykidion*.

[3]) Unter den Grünalgen ausgesprochene Parallelformen noch nicht sicher bekannt. Unter den Chrysosphaerales: *Chrysopedia*, die im Leben zwar braun, im Tod aber grün ist.

[4]) Koloniale Formen selten.

[5]) S. Note 4, S. 330.

[6]) Parallele Koloniebildung bei der Protococcalen-Gattung *Actidesmium*.

α. Zellen mit glatter Wand[1][2] . . . . . **Gloeobotrys 37.**

β. Zellwand skulpturiert, warzig[3] . . . . **Asterogloea 24.**

b. Zellen mehr oder weniger in einer Ebene, in Zweier- oder Vierergruppen von geschichteter Galle umgeben[4] **Chlorobotrys 38.**

B. Die verkehrteiförmigen Zellen stecken peripher und radiär bis über die Mitte in Trichtergallerte, während ihre Vorderenden scheinbar frei sind. Kaum eine Heterokonte[5] *Botryococcus.*

2. Zellen ohne mächtige Gallertmassen, bloß aneinander geklebt.

A. Regellose oder kugelige bis ellipsoidische Haufen, oft aus viel Hunderten von Zellen bestehend, die untereinander keine besondere Ordnung zeigen.

a. Haufen regellos gestaltet . . . . . **Botryochloris 39.**

b. Haufen kugelig bis ellipsoidisch . . . . . **Sphaerosorus 40.**

B. Zellen in bestimmter Weise angeordnet, oft in Vierergruppen.

a. Zellen miteinander verklebt, doch nicht „verwachsen", oft in Tetraden.

α. Zellen kugelig, meist zu vieren in einer Ebene oder tetraëdrisch angeordnet[6] . . . . . **Ilsteria 41.**

β. Zellen anders gestaltet.

* Verband nicht in der Form von Büscheln.

+ Zellen kurz walzlich, nach den Ecken eines Tetraëders radiär gestellt[7] . . . . . **Tetraktis 42.**

---

[1]) Es ist unsicher, ob alle hierher gehörigen Arten von vornherein frei sind. Wahrscheinlich gibt es hier auch festsitzende Arten, die krustenförmig mit breiter Basis aufsitzen und sich später loslösen.

[2]) S. auch die völlig unsichere *Leuvenia* Gardner im Anhange: unsichere *Heterococcales.*

[3]) Isolierte Zellen sehen wie *Akanthochloris* aus.

[4]) Kann leicht mit *Gloeocystis* (*Chlorophyceae*, *Tetrasporales*) verwechselt werden. Die Zellen liegen aber bei *Chlorobotrys* innerhalb der geschichteten Gallerte mehr oder weniger in einer Ebene.

[5]) Gehört fast sicher zu den Chlorophyceen, siehe Anhang: Unsichere Heterokonten (siehe Note 1 S. 321).

[6]) Mit *Ilsteria* kann verwechselt werden *Tetracoccus* bzw. *Westella*; z. B. *W. botryoides* (beides Chlorophyceen): hier Chromatophoren mit Pyrenoid. Auch *Mischococcus* kann gelegentlich solche Viererverbände von Zellen liefern (siehe die Figuren bei *Mischococcus*).

[7]) Ähnliche Kolonien bei *Marthea*, wenigzelligen *Actinastrum*-Arten und *Gloeactinium*. Bei *Gloeactinium* Smith sind aber die Viererkolonien innerhalb einer Gallertkugel.

++ Zellen lang walzlich, oft gekrümmt, mit langen, stachelartigen Stielen radiär miteinander verfestigt[1]) **Ophiocytium 61.**

** Zellen in parallelen oder spreizenden Büscheln[2]) **Raphidiella 43.**

b. Zellen in Dyaden oder Tetraden fest aneinander liegend, unter gegenseitiger Abplattung miteinander verklebt oder „verwachsen", Kolonie zumeist aus Vierergruppen bestehend.

α. Zellen nur miteinander verklebt, durch Druck voneinander trennbar . . . . . **Chlorellidiopsis 44.**

β. Zellen fest miteinander verwachsen, durch Druck nicht voneinander trennbar[3]) . . . . . **Chlorellidium 45.**

II. Die festsitzenden Kolonien s. Teilschlüssel B, Gruppe II, S. 331.

Pleurochloridaceae.

Künstliche Familie, die vorherrschend einzeln lebende Heterococcalen umfaßt. Zellformen kugelig bis kurz walzlich oder spindelig, ohne auffallendes Längenwachstum. Membran glatt oder skulpturiert, einteilig oder zweiteilig. Die Familie umfaßt sicher Formen, die zum Teil nicht näher miteinander verwandt sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Formen mit skulpturierter Membran für sich zusammengeschlossen werden müssen. Eine Abtrennung dieser Formen ist aber noch nicht möglich, da wir nur bei wenigen Heterococcalen die Membran näher kennen.

Den Schlüssel für die Bestimmung der Untergruppen siehe S. 319.

Pleurochlorideae.

Mit glatter, ein- oder zweiteiliger, zarter bis derber Membran. In normaler Ausbildung kugelig und ohne besonderes Größenwachstum. Künstliche Zusammenfassung einiger ähnlicher Gattungen nach äußerlichen Momenten.

---

[1]) Einzelne Zellen können mit *Schroederia* (Chlorophycee) verwechselt werden.

[2]) Parallele unter den Chlorophyceen: *Atractinium* ZACHARIAS (syn. *Quadrigula* PRINTZ) und *Raphidium*.

[3]) Kann bei oberflächlicher Beobachtung mit *Chlorosarcina* und ähnlichen Chlorophyceen-Gattungen verwechselt werden.

I. Membran einteilig.
  1. Membran zart bis derb, im letzteren Falle ohne radiäre Streifung.
    A. Kontraktile Vakuolen, eventuell auch Stigma zeitlebens erhalten **Pleurochloridella 1.**
    B. Kontraktile Vakuolen nicht erhalten.
      a. Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen **Pleurochloris 2.**
      b. Schwärmer fehlend, nur Autosporen . . . **Chloridella 3.**
  2. Membran sehr derb, mit deutlicher radiärer Streifung **Sklerochlamys 4.**
II. Membran zweiteilig . . . . . **Diachros 5.**

1. Pleurochloridella (Fig. 212–214)

(= kleine *Pleurochloris* — siehe diese Gattung S. 338).

Zellen einzeln oder nur vorübergehend (knapp nach der Vermehrung) durch die verschleimenden Mutterzellhäute in kleinen Grüppchen zusammengehalten. Membran zart, nur gelegentlich an einzelnen Zellen stärker verdickt, glatt. Chromatophoren bei der beobachteten Art meist zwei, seltener drei oder mehr (knapp nach der Vermehrung meist nur einer), wandständig, muldenförmig, soweit an den bisher bekannten Arten beobachtet immer ohne Pyrenoid. Gelegentlich vereinzelt kleine, rubinrote Öltröpfchen. „Eiweißkristalle" nicht gesehen. Die Zellen behalten zeitlebens (wahrscheinlich mit Ausnahme der nicht beobachteten Sporenstadien) beide kontraktilen Vakuolen.

Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen. Schwärmer (manchmal völlig amoeboid) meist zu zweien, nur in größeren Zellen zu vieren gebildet, bei der beobachteten Art mehr walzlich, Chromatophoren peripher gelagert mit einem deutlichen Stigma, Hauptgeißel annähernd körperlang oder etwas länger, Nebengeißel bei der einen sicher bekannten Art ungefähr ein Viertel der Hauptgeißel messend. Die Schwärmer kommen sehr bald zur Ruhe und behäuten sich. Autosporen ebenfalls zu zweien, sehr selten zu vieren gebildet; meist nur mit einem Chromatophoren, immer mit kontraktilen Vakuolen, die auch nach dem Freiwerden beibehalten werden.

Sporenstadien nicht gesehen, für den Fall, daß nicht die oben erwähnten etwas dickwandigen Zellen zu Sporenstadien überleiten.

Pleurochloridella sieht sowohl *Pleurochloris* wie *Chloridella* sehr ähnlich. *Chloridella* hat nur Autosporen, *Pleurochloris* be-

sitzt in den erwachsenen Zellen keine kontraktilen Vakuolen. Vermittelt erscheinen *Pleurochloridella* und *Pleurochloris* dadurch, daß bei manchen *Pleurochloris*-Arten (*Pl. imitans*), in den jungen Zellen die kontraktilen Vakuolen längere Zeit erhalten bleiben, schließlich aber doch verschwinden.

In phylogenetischer Hinsicht hat *Pleurochloris* Bedeutung. Wir nehmen an, daß die coccalen Organisationen sich allmählich aus den monadoiden, geißelbeweglichen Organisationen entwickelt haben; wir homologisieren die vegetativen, unbeweglichen Zellen der Coccalen (und der Algen überhaupt) mit geißelbeweglichen Stadien, die zur Ruhe gekommen sind und sich behäutet haben, ohne aber daß sie zur speziellen Anpassung „dickwandige Sporen" vorgeschritten sind. Für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen nun besonders jene unbeweglichen, behäuteten Algenzellen, die noch zeitlebens charakteristische Merkmale der Monadenorganisation: kontraktile Vakuolen, das Stigma noch nicht verloren haben, sondern zeitlebens beibehalten. Die bereits sehr abgeleiteten, vakuolen- und stigma-losen Coccalen werden gewissermaßen durch coccale Ausbildungen, die noch Stigma und Vakuolen haben, mit den monadoiden Organisationen morphologisch und phylogenetisch verbunden.

Solche Organisationen, welche die Monadenorganisation mit der typischen Coccalen-Organisation verbinden, sind bei anderen Algenreihen bereits wiederholt gefunden worden. Korschikoff hat *Hypnomonas* beschrieben, eine protococcoide Grünalge, die zeitlebens die kontraktilen Vakuolen beibehält, und auch bei *Nautococcus* ebenso wie bei *Apiococcus* bleiben sie zeitweise oder dauernd erhalten. Das gleiche ist der Fall bei der von mir beschriebenen festsitzenden Form *Bicuspidella*, und über andere derartige Formen werde ich noch später berichten. Mit *Pleurochloridella* (und auch mit der neuen Gattung *Characidiopsis*, s. diese!) werden Zwischenformen zwischen Flagellaten und coccalen Organisationen nun auch bei den Heterokonten nachgewiesen. *Pleurochloridella* und *Characidiopsis* sind durch die Rückbildung des geißelbeweglichen Stadiums auf die Funktion der Schwärmer, durch die völlige Behäutung der vegetativen Zellen sowie die Verlegung des vegetativen Lebens auf dieses unbewegliche Stadium Heterococcalen, haben aber dabei noch wichtige Flagellatenmerkmale: kontraktile Vakuolen und eventuell das Stigma beibehalten.

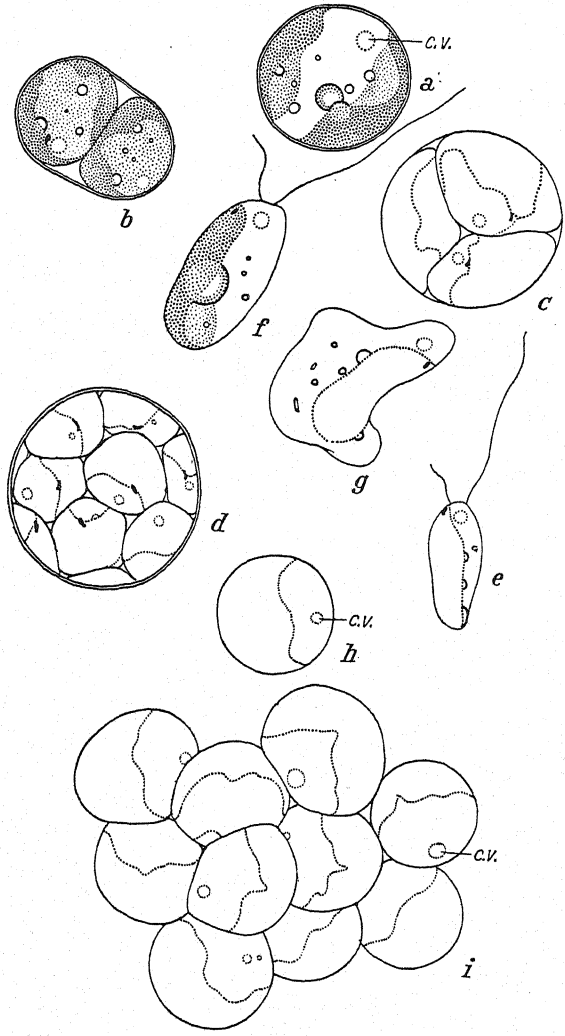


Fig. 212. *Pleurochloridella vacuolata: a* vegetative Zelle; *cv* kontraktile Vakuolen; die zeitlebens erhalten bleiben; *b* Bildung von zwei Autosporen; *c, d* Schwärmerbildung, beachte die ungleiche Größe der Teilprotoplasten für die Schwärmer; *e, f* Schwärmer; *g* völlig amöboides Stadium eines Schwärmers; *h* junge Zelle, die aus einem Schwärmer entstanden ist; *i* vorübergehender Zellhaufen, entstanden aus miteinander leicht verklebten Autosporen.

Eine Art:

Pleurochloridella vacuolata (Fig. 212–213).

Zellen mit den in der Gattungsbeschreibung angegebenen Merkmalen.

Zellen 10–14 μ groß, gelegentlich Zellen bis 20 μ im Durchmesser.

Vorkommen: im Gegensatz zu vielen *Pleurochloris*-Arten keine Erdalge, sondern Alge stehender Gewässer, wo sie im Schleim des Aufwuchses von Wasserpflanzen lebt. Aus dem Aufwuchs von *Potamogeton lucens* aus den Teichen bei Budweis in Böhmen, am Schleim von Schilfwurzeln in den Teichen von Hrncíře bei Prag.

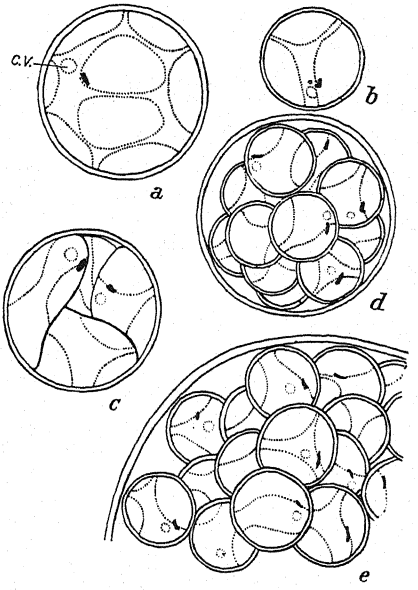


Fig. 213. *Pleurochloridella Botrydiopsis: a* Ausgewachsene Zelle mit kontraktiler Vakuole und Stigma; *b* junge Zelle, aus einer Autospore hervorgegangen; *c* Zelle mit Teilprotoplasten, die vielleicht als Schwärmer austreten. Die Schwärmer aber selber nicht beobachtet, so daß die Möglichkeit besteht, daß sich diese Teilprotoplasten in Autosporen umwandeln. *d* Relativ kleine Zelle mit Autosporen; *e* Teil einer großen Zelle mit Autosporen, die Autosporen bereits derbwandig, in jeder Autospore kontraktile Vakuolen und Stigma.

Anhang zu *Pleurochloridella*.

Zu *Pleurochloridella* sei hier vorläufig gestellt ein eigenartiger Organismus.

Eine kleine kugelige Alge vom Typus einer etwas größeren *Pleurochloris* oder *Pleurochloridella* mit mehreren bis zahlreichen Chromatophoren. Die Zellhaut ist auffallend dick, aber anscheinend weich und zeigt keine Schichtung. Die Haut sieht leicht verquollen aus und ist nicht selten leicht bräunlich verfärbt. Im Protoplasten findet sich aber regelmäßig das kontraktile Vakuolenpaar und an einem Chromatophoren immer ein großes, schön schwarzrotes Stigma (Fig. 212). Die Zelle wird bis zu 15–20 μ groß. Die Vermehrung erfolgt sicher-

lich durch Autosporen. Vor der Autosporenbildung, deren Zahl sehr schwankt, kann die Zelle bis zu 40 μ heranwachsen. Nur ein kleiner Teil der Zellen erreicht diese Größe. Entsprechend der Größe der Zellen werden 4–64 Autosporen gebildet. Noch innerhalb der Mutterzelle bilden sie eine dicke Membran aus und behalten kontraktile Vakuolen und Stigma, die sie auch nach dem Austritt nicht verlieren. Beim Austritt verschleimt die Zellhaut und reißt auf. Die Autosporen bleiben oft lange Zeit in einer Gruppe beisammen, um sich erst manchmal recht spät zu trennen, vielleicht Ansatz zur Koloniebildung vom Typus *Botryochloris*. Wahrscheinlich werden auch Schwärmer gebildet.

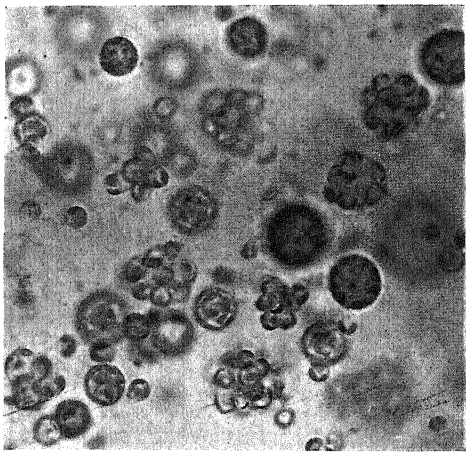


Fig. 214. *Pleurochloridella Botrydiopsis:* Autosporenbildung. Die derben Membranen nur wenig deutlich zu erkennen. Links und annähernd in der Mitte eine erwachsene Zelle, Stigma deutlich.

Bemerkenswert erscheint an dieser Alge, daß sie zeitlebens neben den kontraktilen Vakuolen das Stigma beibehält und trotzdem ausgesprochen Protococcalen-Organisation zeigt. Der Umstand, daß einzelne Zellen bei der Autosporenbildung sehr stark heranwachsen können, zeigt auf, daß auch bei *Pleurochloridella* Tendenzen zur Bildung größerer Zellen vorhanden sind.

Die Alge sei vorderhand als ***Pleurochloridella Botrydiopsis*** (Fig. 213, 214) bezeichnet. Vielleicht wird es später notwendig sein, für diese Form eine neue Gattung aufzustellen. In meinen Notizen führte ich sie als *Stigmatella Botrydiopsis*.

2. Pleurochloris Pascher 1925 (Fig. 215–229).

(Name von ἡ πλευρά = die Seite, Flanke; ἡ χλωρηίς = die Grüne).

Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 46. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 390. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Zellen meist einzeln, selten und nur vorübergehend zu zweien oder vieren oder zu mehreren durch die verschleimten Mutter-

zellmembranen zu mehreren zusammengehalten, ohne deutlich differenzierte Gallerte; kugelig, nach der Teilung etwas ellipsoidisch oder eiförmig, manchmal auffallend unregelmäßig. Membran zart bis derb, ohne Skulptur und manchmal schon vor der Vermehrung leicht verschleimend. Chromatophoren einer bis mehrere, in den behäuteten Zellen immer wandständig. Wenn einer, so topf-, mulden- bis fast ringförmig, manchmal am Rande gekerbt und oft stark gelappt; meist sehr zart. Bei manchen Arten Pyrenoide. In den erwachsenen Zellen kein Stigma, keine kontraktilen Vakuolen. Fett- und Öltröpfchen, ferner die üblichen lichtbrechenden Stäbchen (besonders vor der Teilung) in größerer Menge.

Vermehrung durch Zwei- oder Vierteilung des Protoplasten. Bei *Pleurochloris* erfolgt — auch das nicht bei allen Arten, ein bedeutenderes Größenwachstum erst knapp vor der Bildung der Autosporen bzw. Schwärmer. Normalerweise werden, wenn genügend Wasser zur Verfügung steht, zwei oder vier Schwärmer gebildet, welche durch Verschleimung der Mutterzellhaut frei werden und austreten. Schwärmer mit einem oder mehreren Chromatophoren; falls einer, ist der Chromatophor manchmal binnenständig. Schwärmer meist mit zwei ungleichen Geißeln, wobei die Nebengeißel oft sehr schwer zu beobachten ist. Nebengeißel bei einer Art (*Pleurochloris magna*) völlig rückgebildet, hier die Schwärmer eingeißelig. Protoplast der Schwärmer sehr formveränderlich, besonders das Hinterende oft pseudopodial ausgezogen. Die Schwärmer sind imstande unter Geißelverlust völlig amöboid zu werden und nehmen (bei einer Art beobachtet) feste organische Nahrung auf.

Neben der Schwärmerbildung auch Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier (seltener 8–16) Autosporen. Autosporen oft mit kontraktilen Vakuolen versehen. Gelegentlich schwärmen die Inhalte der eben entleerten Autosporen wieder als Schwärmer aus, um sich bald wieder zu behäuten. Nicht selten liegt die Mutterzellhaut bei Bildung von zwei Autosporen den Autosporen so dicht an, daß „echte" Zellteilung vorgetäuscht wird. Bemerkt sei, daß die Autosporen manchmal sehr ungleich groß sind und die Chromatophoren in sehr ungleichmäßiger Weise aufgeteilt bekommen.

Sporenstadien noch nicht gesehen, vielleicht bei den Formen des Bodens völlig fehlend.

Pleurochloris, eine künstliche Gattung, gehört zu einem Schwarm untereinander sehr ähnlicher, systematisch aber weit

voneinander abstehender, einzeln lebender oder unregelmäßige Lager bildender grüner, kugeliger Algen, die oft nur sehr schwer voneinander unterschieden werden können. Es ist fast sicher, daß die Gattung *Pleurochloris* später aufgelöst werden muß. *Pleurochloris* ist unter den Heterokonten das, was *Chlorococcum* unter den Protococcalen ist. *Chlorococcum* besitzt aber echte Stärke. Die Formen mit mehreren Chromatophoren können sehr leicht mit der Protococcalen-Gattung *Dictyococcus* verwechselt werden. Ebenso sind natürlich Verwechslungen mit der autosporinen Protococcale *Chlorella* möglich. Die morphologisch gleiche Heterococcale *Pleurochloridella* ist in den ausgewachsenen Zellen durch den Besitz von kontraktilen Vakuolen und Stigma erkennbar. Es darf dabei aber nicht übersehen werden, daß junge *Pleurochloris*-Zellen, die aus Schwärmern hervorgegangen sind, eine Zeit lang Vakuolen und Stigma behalten, sie aber meist sehr bald verlieren. Auch die Autosporen können kontraktile Vakuolen haben. Ferner kann eine Verwechslung von *Pleurochloris* mit noch kleinen *Botrydiopsis*-Zellen stattfinden. *Botrydiopsis* ist aber in der Fassung der vorliegenden Bearbeitung auf jene Formen beschränkt, bei denen ein ausgesprochenes, lang andauerndes Größenwachstum stattfindet. Die ähnliche *Chlorobotrys* lebt in ausgebildetem Zustand zu mehreren in geschichteter Gallerte. Bei oberflächlicher Beobachtung sieht *Arachnochloris* der Gattung *Pleurochloris* ähnlich. Sie besitzt aber eine skulpturierte Membran. Natürlich können auch isolierte Zellen der sonst in traubigen Zellverbänden lebenden *Botryochloris* mit *Pleurochloris* verwechselt werden. Bei *Pleurochloris* zeigen die Schwärmer bei den einzelnen Arten recht wechselnde Längenverhältnisse der Geißeln: (Nebengeißel mehr als drei Viertel so lang als die Hauptgeißel, Nebengeißel stummelförmig, Nebengeißel fehlend).

Viele Arten der Gattung *Pleurochloris* sind sehr wichtige und allgemein verbreitete Erdalgen (vgl. die wichtigen Arbeiten von Boye-Petersen, Féher, Gistl, Vischer). Einige Arten leben aber ständig im Wasser.

Pleurochloris kann als der einfachste Typ der Heterococcales angesprochen werden. Es ist nicht schwer, rein spekulativ eine Reihe von isoliert lebenden Heterococcalen durch einfache Formabwandlungen abzuleiten. Aber auch viele koloniale Heterococcales wie *Botryochloris*, *Ilsteria* u. a. lassen sich leicht an *Pleurochloris* anreihen und *Chlorellidium* erscheint durch *Chlorellidiopsis* direkt mit *Pleurochloris* verbunden.

Bestimmungsschlüssel[1])[2]).

I. Zellen mit einem[3]) (manchmal tiefgelappten) Chromatophoren.

1. Ohne Pyrenoid.

A. Chromatophor meist nicht tiefgelappt, topfförmig, mulden- bis ringförmig, Zellen zumeist kuglig, sich bald voneinander trennend, Schwärmer mit Nebengeißel . . **Pleurochloris commutata *1*.**

B. Chromatophor meist gelappt und mehrere Chromatophoren vortäuschend, Schwärmer eingeißelig . **Pleurochloris magna *2*.**

2. Mit Pyrenoid.

A. Chromatophor meist ungelappt, topfförmig **Pleurochloris pyrenoidosa *3*.**

B. Chromatophor tiefgelappt bis fast zerteilt[4]), Membran sehr zur Verschleimung neigend . . . . . **Pleurochloris lobata *4*.**

II. Zellen meist mit zwei bis mehreren Chromatophoren.

1. Fast immer nur zwei Chromatophoren.

A. Die beiden Chromatophoren in ihrer Größe nicht sehr verschieden.

a. Wenig verschleimte Grüppchen, Nebengeißel nur wenig kürzer als die Hauptgeißel, Stigma. . **Pleurochloris anomala *5*.**

b. Neigung zur Schleim- und Gruppenbildung, Nebengeißel nur ein halb so lang wie die Hauptgeißel; Stigma vorhanden **Pleurochloris imitans *6*.**

B. Die beiden Chromatophoren in ihrer Größe sehr verschieden groß. Schwärmer ohne Stigma. Nebengeißel stummelförmig **Pleurochloris inaequalis *7*.**

2. Mehrere kleine Chromatophoren[5]). . **Pleurochloris polychloris *8*.**

---

[1]) Die Arten sind als Einzelzellen oft nur sehr schwer zu unterscheiden; in größeren Mengen, z. B. aus Erde gezogen, sind sie aber relativ leicht zu erkennen.

[2]) Der Schlüssel reicht nicht aus! Vgl. die Beschreibungen. Es ist ausdrücklich zu bemerken, daß wir gewiß nur die geringere Zahl der *Pleurochloris*-Arten kennen.

[3]) Zellen vor der Vermehrung entsprechend der Zahl der angelegten Schwärmer oder Autosporen mit mehreren Chromatophoren.

[4]) Bei ungünstiger Lage der Zellen werden mehrere Chromatophoren vorgetäuscht, dadurch, daß die Lappen optisch getrennt erscheinen.

[5]) Es gibt sicher eine ganze Reihe *Pleurochloris*-Arten mit mehreren bis vielen scheibchenförmigen Chromatophoren. Ich sah aber zu wenig von ihnen, um sie ordentlich beschreiben zu können. Vgl. auch die auf S. 335, 336 im Anhange zu *Pleurochloris* behandelten Algen: *Pl. vorax* und *pachychloron*.

1. Pleurochloris commutata Pascher 1925 (Fig. 215, 216).

Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 46. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 390. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Abb.: Pascher (1925) a. a. O., S. 26, Fig. 28. — Printz, a. a. O. (1927) S. 390, Fig. 291 (Kopie). — Fritsch, a. a. O. (1935) S. 482, Fig. 158, L. M. J. (Kopie).

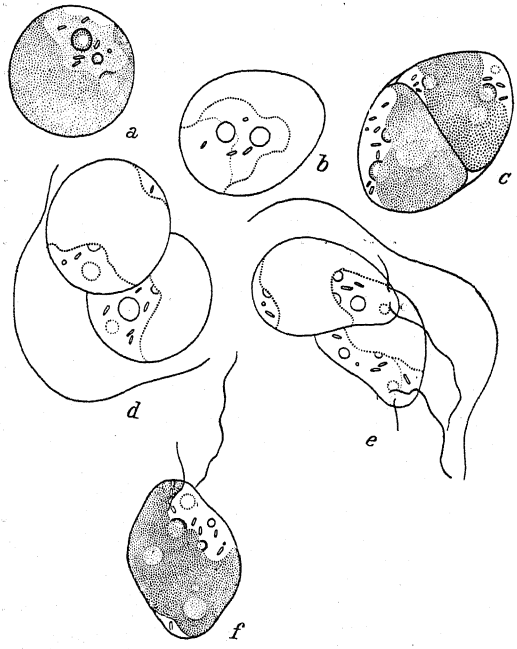


Fig. 215. *Pleurochloris commutata:* *a* vegetative Zelle; *b* etwas unregelmäßige vegetative Zelle; *c* Bildung von zwei Autosporen; *d* Freiwerden der beiden Autosporen. In jeder jungen Autospore eine kontraktile Vakuole, die an der erwachsenen Zelle verschwindet. *e* Freiwerden von zwei Schwärmern; *f* Schwärmer in leicht amöboider Form.

Zellen meist kugelig, doch auch gelegentlich eiförmig bis unregelmäßig (Zellen kurz nach der Entleerung aus der Mutterzelle) „dreieckig" mit zarter Membran. Chromatophor normalerweise topfförmig oder muldenförmig, oft sehr groß und nur eine kleine Partie der Zelle freilassend. Gelegentlich der Chromatophor ringförmig. Kein Pyrenoid. Nicht selten zeigt der Chromatophor unregelmäßige Risse und Spalten (vielleicht Auflösung in mehrere Chromatophoren eingeleitet). Vermehrung durch Autosporen, die meist nur zu zweien gebildet werden, meistens aber durch die Bildung von zwei, seltener von vier birnförmigen, etwas unregelmäßigen und sehr formveränderlichen Schwärmern mit meist mulden- oder seitenständigem oder ringförmigem zarten Chromatophor ohne Stigma. Hauptgeißel etwas über körperlang, Nebengeißel kaum ein Viertel davon.

Eine (?) kontraktile Vakuole. Die Schwärmer können völlig amöboid werden. Schwärmzeit nicht sehr lang. Sporen nicht beobachtet.

Zellen 3–9 μ, meist um 8 μ groß. Sehr selten treten auffallend große, bis 15 μ messende Zellen auf (mehrkernig?). Schwärmer 4–6 μ groß.

Vorkommen: mit anderen Algen auf und in feuchter Erde. Ein sehr häufiges Glied der Erdalgenflora. Vielleicht gehört diese Art überhaupt zur Bodenflora. Böhmen: am Grund alter Bäume im Baumgarten in Prag; am Grund alter Eichen im Park Rothenhaus bei Komotau.

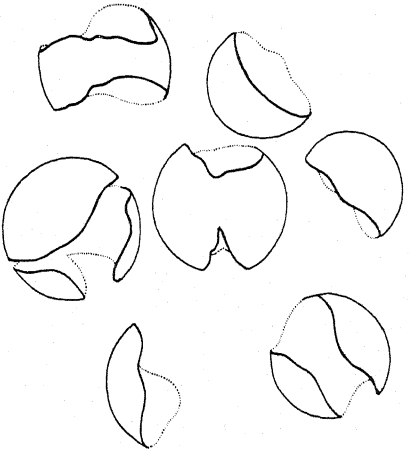


Fig. 216. *Pleurochloris commutata:* Verschieden gestaltete Chromatophoren: muldenförmig, ringförmig, gelappt-topfförmig, halbmondförmig.

Boye-Petersen gibt (1935, 163) an, daß eine möglicherweise hierher gehörige Alge oberflächlich im Erdboden in Dänemark von ihm wiederholt gefunden wurde. Als Bodenalge wird sie auch von Gistl (1933, 355/67) und bei Féher (1933, 172) erwähnt.

(In allerletzter Zeit fand ich ganz abweichend *Pleurochloris commutata* in Gräben, die ständig mit Wasser gefüllt waren. Die Alge scheint demnach keine sehr spezialisierte Erdalge zu sein).

2. Pleurochloris magna Boye-Petersen 1932 (Fig. 217, 218).

Boye-Petersen, Arch. Prot. **76** (1932) 403.

Abb. Boye-Petersen, a. a. O. (1932) S. 404, Fig. 10–12.

Zellen ausgesprochen kugelig, mit zarter, vielleicht gelegentlich verschleimender Membran. Chromatophor meist nur einer, ausgesprochen wandständig, oft sehr stark gelappt und dadurch gelegentlich mehrere Chromatophoren vortäuschend. Pyrenoid fehlend. Öl- und Fetttröpfchen; gelegentlich eine von glänzenden Körnchen umgebene Vakuole. In älteren Zellen Eiweißkristalle mit scharfen Kanten und oft sehr unregelmäßiger Form. Vermehrung durch Autosporen wie durch Schwärmer. Auto-

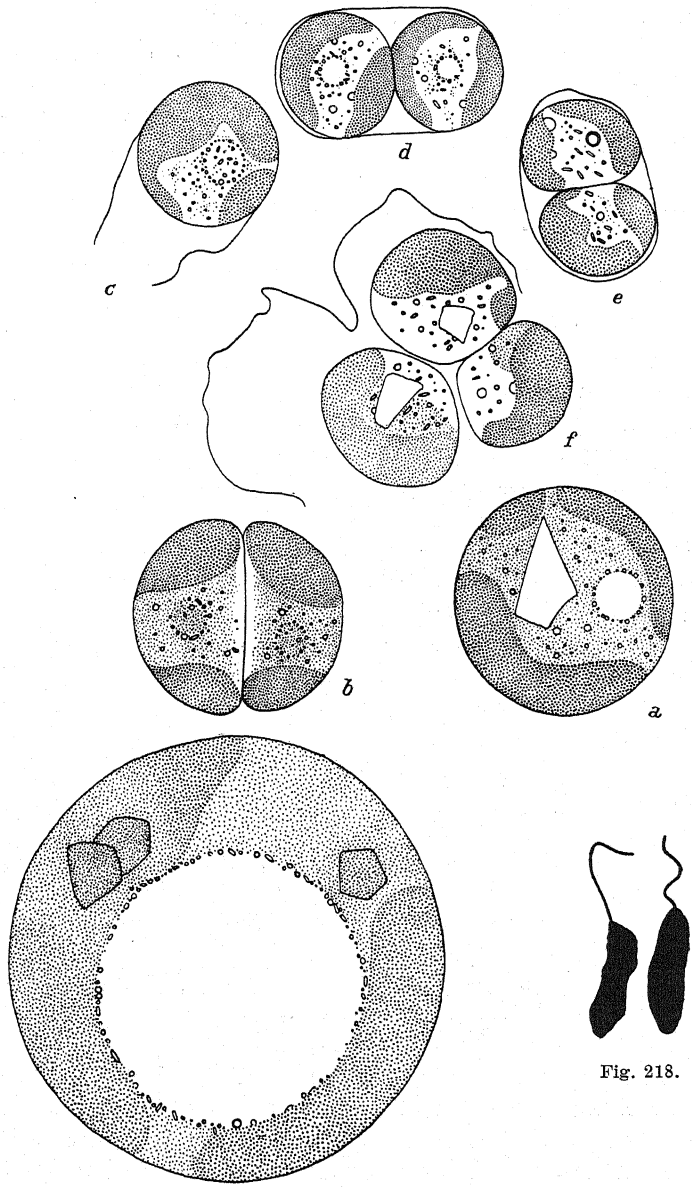


Fig. 218.

Fig. 217. *Pleurochloris magna:* *a* und die Zelle darunter: vegetative Zellen; beachte das Größerwerden der „Vakuole"!; *b, d, e, f* Autosporenbildung; *c* freiwerdende Autospore. Bei *a* und *f* große Eiweißkristalle. Beachte bei *b, c* und *d*, besonders aber bei *b* das eigenartige zentrale Gebilde (Oel? Reservestoff unbekannter Natur?), an das viele kleine Körnchen angelagert sind (nach BOYE-PETERSEN).

Fig. 218. *Pleurochloris magna:* Die charakteristisch eingeißeligen Schwärmer (Jodfixierung) (nach BOYE-PETERSEN).

sporen zu zweien oder zu vieren gebildet, Schwärmer zu zwei bis acht gebildet, langgestreckt, basal stark formveränderlich und mit einer einzigen Geißel, die etwas seitlich ansetzt, versehen. Nebengeißel fehlt. Schwärmzeit nur kurz. Andere Stadien nicht gesehen, vor allem keine Autosporen.

Zellen 6, 7–12 μ im Durchmesser. Gelegentlich treten aber Zellen bis 21 μ Größe auf. Schwärmer bis 12 μ lang, 3–4 μ breit.

Vorkommen: Wahrscheinlich sehr verbreitete Erdalge, die typisch bis jetzt nur aus Dänemark bekannt ist (Holmsland bei Ringkjoebing): Weideland 10–30 cm, Ackerland 0–30 cm und in einer Dünendepression bis 5 cm tief nachgewiesen.

Boye-Petersen konnte an der einzigen Geißel der *Pl. magna*-Schwärmer kein Flimmern darstellen, ist aber selber geneigt, diesen negativen Ausfall auf ein Versagen der Färbungsmethode zurückzuführen.

Ich habe in letzter Zeit wiederholt ganz ähnliche Algen gesehen. Da die Schwärmer nicht zur Beobachtung kamen, ist die Zuordnung mit *Pleurochloris magna* nicht gesichert. Jedenfalls scheint diese Alge — wie die meisten Bodenalgen — sehr häufig zu sein. Eine bis auf ihre abweichend dicke Membran mit *Pl. magna* übereinstimmende Form sah ich einmal, sie hatte aber zweigeißelige und dabei nicht walzliche Schwärmer. Wahrscheinlich gibt es hier einen ganzen Schwarm einander sehr ähnlicher Arten.

3. Pleurochloris pyrenoidosa (Fig. 219).

Zellen durchschnittlich kugelig, manchmal etwas unregelmäßig, meist einzeln, seltener in Verbänden zu zweien oder vieren lebend. Membran relativ derb. Chromatophor schüssel-, mulden- bis topfförmig, meist nur eine Seite der Zelle auskleidend, oft auffallend klein, sehr zart und manchmal mit sehr unregelmäßigem, tief gelapptem Umriß, so daß, wie oben gesehen, mehrere Chromatophoren vorgetäuscht werden können. Immer ein deutliches, großes, manchmal unregelmäßiges Pyrenoid vorhanden. Öl- und Fetttropfen; Eiweißkristalle nicht gesehen, ebensowenig wie bei *Pleurochloris commutata*. Vermehrung durch Bildung von zwei, seltener vier Schwärmern, die vorn deutlich ausgerandet sind. Ihr Chromatophor meist bauchständig. Stigma nicht gesehen. Eine (?) kontraktile Vakuole. Hauptgeißel anderthalbmal körperlang, Nebengeißel kaum ein Viertel davon. Amöboide Formveränderung sehr auffallend. Daneben Autosporenbildung. Aus nicht näher be-

kannten Umständen kann die Mutterzellmembran den beiden oder den vier Autosporen sehr dicht anliegen, in anderen Fällen steht sie weit ab. Im ersten Fall treten die Autosporen manchmal unregelmäßig eiförmig oder abgeplattet, im zweiten Fall

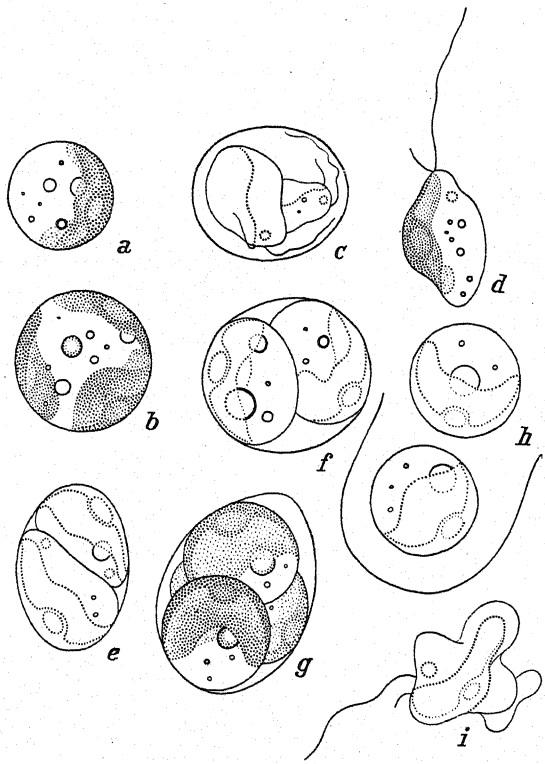


Fig. 219. *Pleurochloris pyrenoidosa: a* vegetative Zelle; *b* vegetative Zelle vor der Bildung der Tochterprotoplasten, für jeden Tochterprotoplasten meist je ein Chromatophor mit einem Pyrenoid; *c* Schwärmerbildung; *d* frei gewordener Schwärmer; *e, f, g* Autosporenbildung. Die jungen Tochterprotoplasten, die zu Autosporen geworden sind, haben sehr häufig zunächst noch die kontraktilen Vakuolen; *h* Freiwerden der jungen, nun meist vakuolenlosen Autosporen; *i* Schwärmer im Übergang zum amöboiden Stadium.

immer kugelig aus. Die Autosporen erreichen beim Austritt sehr häufig die Größe der Mutterzelle und schreiten sehr bald neuerdings zur Schwärmer- oder Autosporenbildung.

Gelegentlich treten auffallend große Zellen auf, die nicht einen, sondern zwei bis mehrere Chromatophoren haben, jeder Chromatophor besitzt dann meistens ein Pyrenoid. Es handelt sich hier wahrscheinlich um Teilungshemmungen, bei denen der Chromatophor sich teilt, auch der Protoplast in die Größe ge-

wachsen ist, ohne daß es aber zur Protoplastentrennung gekommen ist.

Zellen 8–12 μ groß, Seitenzellen bis 25 μ messend.

Vorkommen: Wiederholt unter angetriebenen Algen (*Rhizoclonium*, *Oedogonium*) an Teichufern und an den Ufern verschiedener Gewässer beobachtet: Hirschberger Großteich, Einserzipf; außerdem aus den Kammerteichen bei Eger.

Diese Art ist sicher wiederholt gesehen worden, wurde aber wegen ihres Pyrenoids wahrscheinlich immer für eine *Chlorococcum*-Art gehalten. Auffallend ist, daß der Chromatophor oft sehr blaß und fast farblos ist. Möglicherweise hängt diese Chlorophyllarmut mit der Lebensweise der Alge zusammen, die sich meistens an Orten findet, die reich an zerfallenden organischen Substanzen (faulende Algenwatten) sind.

4. Pleurochloris lobata (Fig. 220).

Zellen immer schön regelmäßig kugelig, mit sehr zarter Membran, oft längere Zeit durch die leicht verschleimenden Mutterzellmembranen zu 4–8 zusammengehalten. Chromatophor sehr groß, im Prinzip topfförmig, aber durch tiefgehende

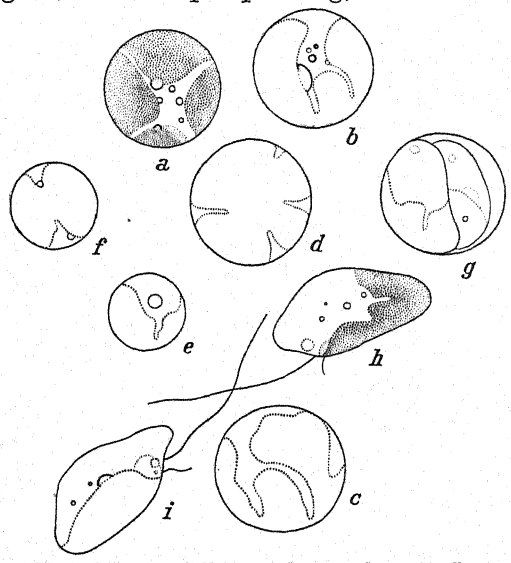


Fig. 220. *Pleurochloris lobata: a* Zelle von oben gesehen: die Lappen des Chromatophoren täuschen vier getrennte Chromatophoren vor; *b, c* Zelle mit topfförmig gelapptem Chromatophoren von der Seite; *d* Zelle mit gelappt-topfförmigen Chromatophoren von unten; *e, f* junge Zellen, der topfförmige Chromatophor durch zwei Einschnitte bereits in zwei Lappen zerteilt, welche Lappen sich bei fortschreitendem Wachstum noch weiter lappen; *g* Schwärmerbildung; *h, i* freigewordene Schwärmer mit der auffallend kurzen Nebengeißel.

Einschnitte sehr stark gelappt, Lappen oft nur mehr am Grunde des Chromatophors zusammenhängend, dabei sehr ungleich. Seitlich gesehen ist die ursprüngliche Topfform des Chromatophoren noch zu erkennen, von oben gesehen wird der Eindruck von mehreren Chromatophoren vorgetäuscht (s. Fig. 220 *a*, *b*). In seltenen Fällen ist der Chromatophor nur wenig gelappt. Vermehrung bis jetzt nur durch Schwärmer beobachtet. Schwärmer zu zweien, seltener zu vieren gebildet, ausgesprochen dorsiventral. Geißeln ziemlich tief auf der Bauchseite ansetzend, Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel winzig klein, fast stummelförmig. Chromatophor bauchständig, meistens gelappt (auch binnenständige Chromatophoren an den Schwärmern gesehen). Stigma meist undeutlich. Autosporenbildung bis jetzt nicht beobachtet.

Zellen 12–15 μ lang.

Vorkommen: Nicht sehr verbreitete Erdalge, die vielleicht mehr in deutlich sauren Böden vorkommt und hier manchmal kleine, schleimige Nester bildet. Wiederholt aus Erdproben aus den Wiesen an den Musikantenteichen bei Hirschberg in Böhmen und ferner aus Franzensbad.

Die Alge war in den Kulturen nicht zu erhalten.

5. Pleurochloris anomala James 1935 (Fig. 221).

James, E. J., Ber. Bot. Centralbl. **53** (A) (1935) 539.

Abb.: James, E. J., ebenda, Fig. 9, S. 540.

Im allgemeinen wie *Pleurochloris magna* Boye-Petersen. Zellen einzeln oder vorübergehend zu mehreren durch die verschleimende Mutterzellhaut zusammengehalten und gegenseitig sich abplattend, frei rund werdend; Membran zart. Chromatophoren zwei, schalenförmig, ohne Pyrenoid. Bislang ohne Eiweißkristalle beobachtet. Vermehrung durch 2–8 oder mehr Schwärmer mit einem Chromatophoren, einem strichförmigen Stigma und zwei Geißeln, die in der Länge fast gleich sind oder 2–16 Autosporen, die längere Zeit durch die Mutterzellhaut zusammengehalten werden und zunächst abgeplattet sind und durch unregelmäßiges Aufreißen der Mutterzellhaut frei werden.

Zellen 7–16 μ im Durchmesser; Schwärmer 6–8 μ lang und 2–3 μ breit.

Vorkommen: Bislang nur in Böden aus England; Sandboden Südengland (Redlands Wood-Surrey).

JAMES gibt an, daß die Schwärmer nur vor dem Freiwerden, also noch in der Mutterzelle die Stigmen hatten. — In allerletzter Zeit sah ich aus den Sandheiden um Hirschberg eine ähnliche Form, die aber nur einen Chromatophoren hatte, sich

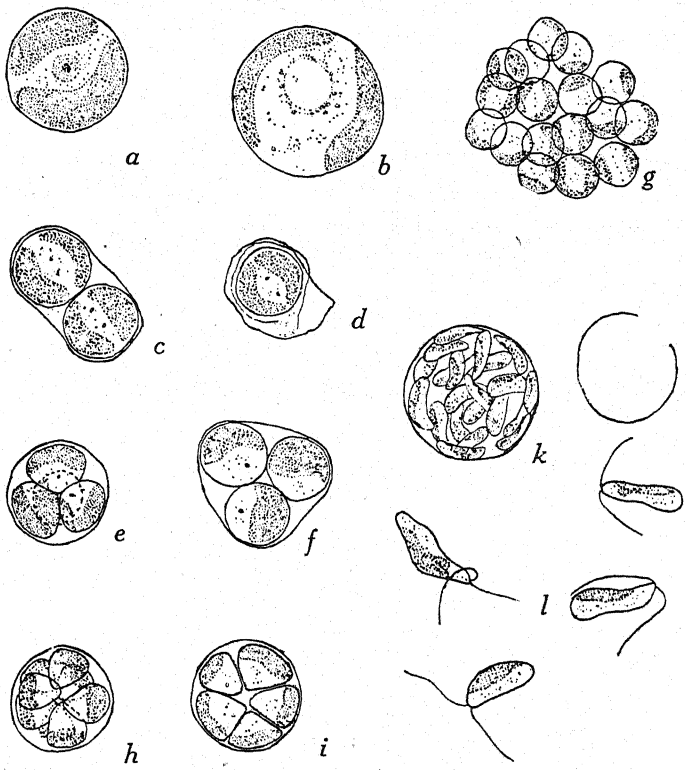


Fig. 221. *Pleurochloris anomala: a, b* vegetative Zellen; *c, d, e, f, g, h, i* verschiedene Stadien der Autosporenbildung; *k* Zelle in Schwärmerbildung; *l* frei gewordene Schwärmer (nach JAMES).

also darin mehr mit BOYE-PETERSENS *Pleurochloris magna* deckte, aber zwei Geißeln hatte, die wie bei *Pl. anomala* in ihrer Länge nur wenig verschieden waren. Die Membran war meist sehr dick und nicht radiär gestreift. Wahrscheinlich handelte es sich hier um eine neue Art.

Von W. VISCHER (1936, S. 402) wird diese Art als nicht völlig gesicherte Heterokonte angesehen und auf die Möglichkeit einer Zugehörigkeit zu *Dictyococcus* (Protococcale) hingewiesen.

6. Pleurochloris imitans (Fig. 222).

Zellen, soweit beobachtet, meist schleimige, mehrzellige Verbände liefernd, immer kugelig oder ganz kurz ellipsoidisch und soweit gesehen, keine unregelmäßigen Formen zeigend. Membran sehr zart, soweit beobachtet, leicht verschleimend. Chromatophoren fast immer zwei, sehr selten drei und nur in den seltenen Fällen der Bildung von größeren Zellen (Teilungshemmung) 3–5, meist groß und gleich, manchmal etwas unregelmäßig gelappt und so gelegentlich mehrere Chromatophoren vortäuschend. Hier und da ein auffallend rotes Öltröpfchen und in den ausgewachsenen Zellen immer ein oder mehrere sehr große „Eiweißkristalle".

Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen; Schwärmer walzlich eiförmig, Hauptgeißel körperlang, Nebengeißel ein Drittel davon. Meist nur ein Chromatophor, der gewöhnlich binnenständig und bandförmig den Protoplasten des Schwärmers durchzieht. Am vorderen Rand ein kleines Stigma. Autosporen meist zu zwei, sehr selten zu vier gebildet, in der Jugend mit kontraktilen Vakuolen, die auch nach dem Austritt noch eine Zeitlang erhalten bleiben können. Gelegentlich tritt der Inhalt der Autosporen sehr bald wieder als Schwärmer aus. Amöboide Stadien der Schwärmer häufig, oft unter Bildung von deutlichen Rhizopodien. Nahrungsaufnahme (kleine Bakterien) beobachtet. Dauerstadien nicht gesehen.

Zellen 7–12 μ groß, nur sehr selten größere Zellen.

Vorkommen: Formen, die sowohl in der Erde als auch am Grund stehender Gewässer gefunden wurden. Vielleicht nur gelegentlich in die Erde eingeschwemmt. Ufer des Pirtschenteiches bei Franzensbad-Eger; hier sehr blaßgrüne Überzüge und Flecken bildend.

Von der ebenfalls mit zwei Chromatophoren versehenen *Pleurochloris anomala* schon dadurch unterschieden, daß keine schleimige Grüppchen gebildet werden; von *Pleurochloris inaequalis* durch das Größenverhältnis der Chromatophoren.

Abgesehen von der Neigung zur Amöboidie und der gelegentlichen animalischen Ernährung ist an dieser Alge der Umstand auffallend, daß die Autosporen sehr leicht, lange vor dem Ausgewachsensein zu normalen, vegetativen Zellen, ihren Inhalt als Schwärmer austreten lassen. Das kann wiederholt geschehen, so daß ein und derselbe Protoplast in kurzer Aufeinanderfolge behäutete unbewegliche und geißelbewegliche Stadien wechselt.

Pleurochloris imitans bildet in der Kultur leicht feucht glänzende, schleimige Grüppchen, die aber sehr bald eingehen. Sie kommt auch als Überzug vor, der aus solchen schleimigen Grüppchen zusammengesetzt ist. Auch die kleinen Nester von *Pleurochloris imitans*, die ich einmal auf feucht gehaltener Erde

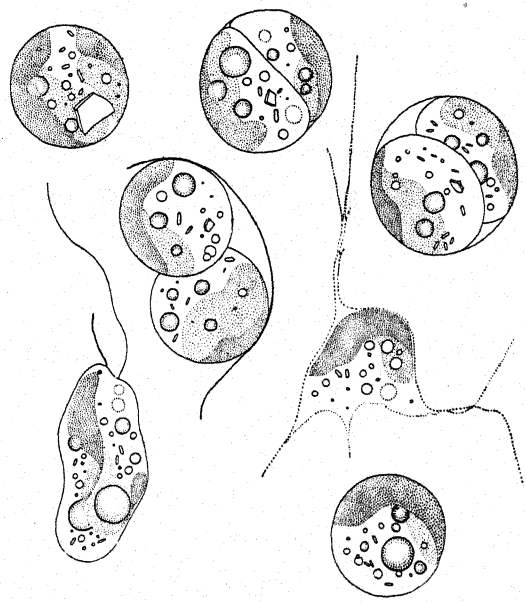


Fig. 222. *Pleurochloris imitans:* Links oben: vegetative Zelle; oben in der Mitte: Zelle in Autosporenbildung begriffen, der Teilprotoplast mit kontraktiler Vakuole; rechts oben und links Mitte: Autosporenbildung und Freiwerden der Autosporen; rechts unten: freigewordene Autospore; links unten: Schwärmer mit den großen, bandförmigen, halb binnenständigen Chromatophoren; rechts Mitte: ein solcher Schwärmer amöboid, bzw. rhizopodial entwickelt.

sah, sind immer weich schleimig. Das alles steht im Gegensatz zu den meisten anderen Arten von *Pleurochloris* (Ausnahme *Pleurochloris lobata*, die ebenfalls weiche schleimige Grüppchen bildet, aber einen sehr tief gelappten Chromatophoren hat).

7. Pleurochloris inaequalis (Fig. 223).

Zellen einzeln oder in unregelmäßigen losen Grüppchen, die durch Gallerte sehr vorübergehend zusammengehalten sind; kugelig oder etwas ellipsoidisch, seltener ein wenig unregelmäßig bis stumpf dreieckig, meist von einer sehr zarten, manchmal aber sehr deutlichen Schleimhülle umgeben. Im erwach-

senen Zustand meist zwei wandständige, manchmal etwas gelappte Chromatophoren, von denen der eine fast immer auffallend kleiner ist als der andere. Junge Zellen haben meistens

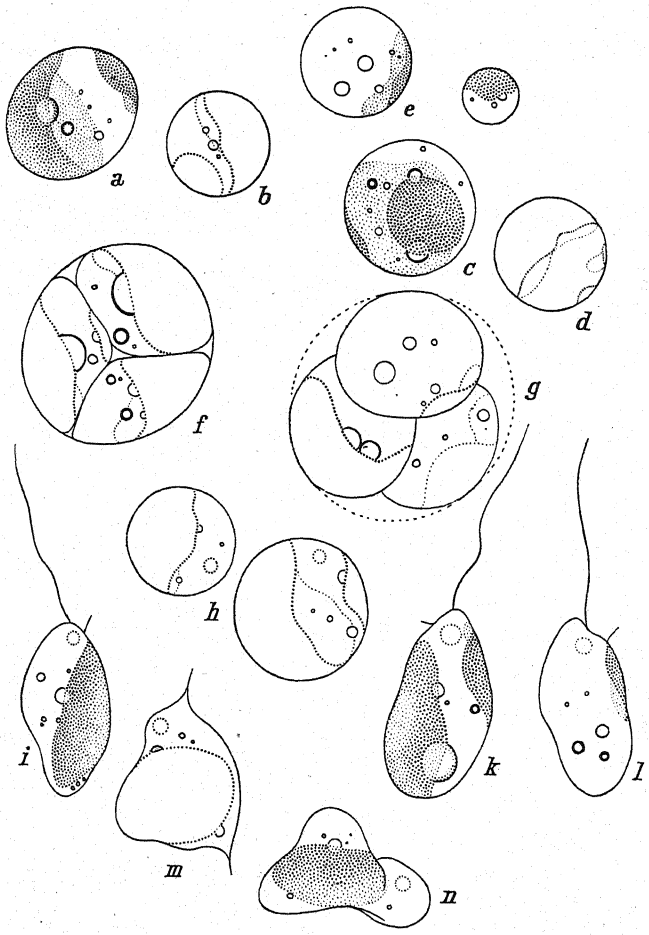


Fig. 223. *Pleurochloris inaequalis: a, b, c* vegetative Zellen, kugelig, seltener etwas gestreckt mit den auffallend ungleichen Chromatophoren; *d* Zelle mit einem großen, halbkugeligen und zwei winzigen kleinen Chromatophoren; *e* Zelle mit einem kleinen Chromatophoren; *f, g* Autosporenbildung, die jungen Autosporen s. *h*!; mit kontraktiler Vakuole, die manchmal noch in der ausgewachsenen Zelle vorübergehend zu sehen sind; *i, k, l* Schwärmer, beachte die stummelförmige Nebengeißel und die in ihrer Größe schwankenden Chromatophoren. *m, n* amöboide Stadien.

nur einen Chromatophoren. Chromatophoren auch im natürlichen Vorkommen oft auffallend blaß bis fast farblos. In älteren Zellen meist ein oder zwei sehr auffallende Eiweißkristalle.

Vermehrung durch Bildung zweier Schwärmer oder von zwei, seltener vier Autosporen. Schwärmer typisch, mit etwas über körperlanger Hauptgeißel und einer Nebengeißel, welche ungefähr ein Zehntel der Hauptgeißel mißt und stummelförmig aussieht. Vorderende der Schwärmer sehr schräg; im Schwärmer zwei wandständige Chromatophoren. Am Vorderrande ein schwarzrotes, punktförmiges Stigma. Die Schwärmer neigen sehr zur Bildung amöboider Stadien und können unter Geißelverlust oft völlig amöboid werden und dabei verzweigte Rhizopodien bilden. Feste Nahrungsaufnahme nicht beobachtet, doch wahrscheinlich. Auch die Teilprotoplasten, welche sich noch in der Mutterzelle behäuten und zu Autosporen werden, haben in ihrer Jugend kontraktile Vakuolen, die manchmal sogar noch einige Zeit an den jungen Zellen erhalten bleiben (Übergang zu *Pleurochloridella*). Die jungen Zellen wachsen auffallend langsam heran. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 8–14 μ im Durchmesser, vereinzelte Zellen bis 20 μ groß.

Vorkommen: Einmal (1912) in größeren Mengen in Kulturen beobachtet, die aus Gartenerde angelegt waren. Wahrscheinlich verbreiteter, doch nicht häufiger Bodenorganismus, der aber wegen seiner Unscheinbarkeit sehr leicht übersehen wird. *Pleurochloris inaequalis* unterscheidet sich von *Pleurochloris commutata*, abgesehen von der bedeutenderen Größe, durch die beiden Chromatophoren, während *Pl. commutata* und *Pl. magna* nur einen Chromatophoren haben. *Pl. magna* hat nach Petersen eingeißelige Schwärmer, die Nebengeißel ist völlig reduziert. Den Besitz der Eiweißkristalle, die *Pl. commutata* zu fehlen scheinen, hat *Pl. inaequalis* mit *Pl. magna* gemeinsam.

8. **Pleurochloris polychloris** (Fig. 224).

Zellen kugelig mit ziemlich fester, doch auch manchmal zarter Haut. Chromatophoren sehr zahlreich, 8–10 oder noch mehr, wandständig, kreisförmig bis elliptisch, manchmal sich gegenseitig polygonal abgrenzend, sehr klein. Im Zellinhalt oft auffallend viel rote Öltröpfchen. Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen. Schwärmer mehr walzlich als eiförmig, besonders am Ende sehr amöboid veränderlich, mit zwei oder acht Chromatophoren, die entweder wand- oder binnenständig sein können. Hauptgeißel körperlang, Nebengeißel ein Viertel davon, sehr zart und sehr leicht zu übersehen. Der vor-

derste zentrale Chromatophor mit einem schönen dunkelroten Stigma. Vielleicht zwei kontraktile Vakuolen. Gelegentlich tritt der ganze Inhalt einer Zelle als ein großer Schwärmer aus. Autosporen zu zwei oder vier gebildet; Chromatophorenaufteilung auf die Autosporen sehr unregelmäßig, so daß manche

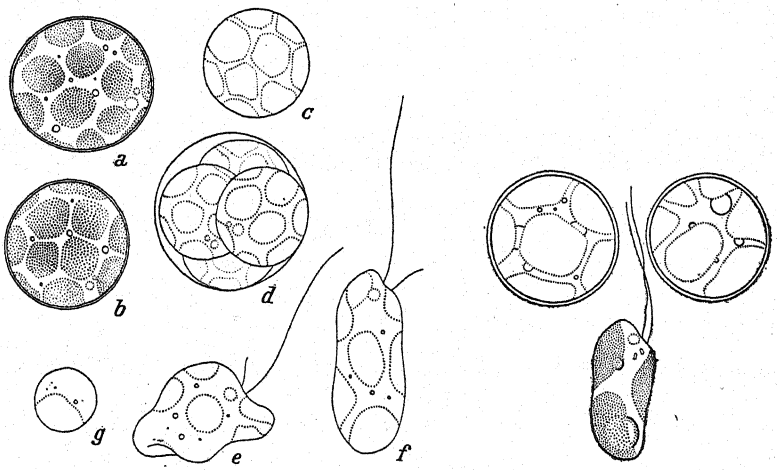


Fig. 224. Fig. 225.

Fig. 224. *Pleurochloris polychloris: a, b* ausgewachsene, vegetative Zellen; *c* junge Zelle mit noch dünner Membran; *d* Autosporenbildung, junge Autosporen mit zwei kontraktilen Vakuolen; *e, f* Schwärmer (diese Schwärmer stärker vergrößert als die anderen Stadien); *g* junge Zelle, die nur einen Chromatophoren mitbekam.

Fig. 225. *Pleurochloris fulgens:* die charakteristisch derbwandigen, vegetativen Zellen, die den Zellen von *Pl. polychloris* sehr ähnlich sehen, aber niemals so dünnwandig sind. Vgl. die Schwärmer von *Pl. fulgens* und *polychloris*, die sich in der Länge der Nebengeißel unterscheiden lassen: bei *Pl. fulgens* Nebengeißel fast so lang wie die Hauptgeißel.

Autosporen nur einen einzigen Chromatophoren mitbekommen. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 7–11 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Zwischen feuchten Moosen auf Gestein. Sandsteingebiet des Kummergebirges bei Hirschberg in Böhmen und außerdem um Prag beobachtet. Sicher sehr verbreitete Alge. Ging in Kulturen nicht an.

Es gibt noch andere *Pl.*-Arten mit mehreren bis scheibchenförmigen Chromatophoren. Was ich aber davon sah, reicht zur Artbeschreibung nicht aus. Eine Form fällt dadurch besonders auf, daß die Zellen (wenn sie als Autosporen gebildet werden) locker aneinander haften und auch im ausgewachsenen Zustand oft nicht kugelig, sondern länglich, polyedrisch, manchmal

im optischen Bilde fast dreieckig sind. Diese Art vermittelt einen Übergang zu den Gattungen *Botryochloris* oder *Chlorellidiopsis* und *Chlorellidium*.

Es gibt auch eine Art (bis 14 μ groß) mit derber, glänzender, aber weicher, fast gelatinöser Haut, mit mehreren scheibchenförmigen Chromatophoren. Die Alge sieht *Sklerochlamys* etwas ähnlich, hat aber nicht die für diese charakteristische Membranstruktur. Die Schwärmer haben meist zwei bis drei Chromatophoren und eine Nebengeißel, die nur wenig kürzer ist, als die etwas mehr als körperlange Hauptgeißel (***Pleurochloris fulgens***, in notis, Fig. 225).

Eine dritte Art hat Schwärmer ohne Nebengeißel, ähnlich *Pleurochloris magna*, doch im Gegensatz zu dieser sehr viele kleine Chromatophoren und maß bis 8–15 μ.

Anhang zu Pleurochloris.

Zu *Pleurochloris* sind vielleicht noch zwei einzellige Heterococcalen zu stellen, die in ihrer Morphologie oder in ihrer Entwicklungsgeschichte von den bisher beschriebenen abweichen. Da sie nicht vollständig bekannt sind, seien sie hier nur mit allem Vorbehalte angefügt.

Pleurochloris pachychloron (Fig. 226).

Diese Art kommt der *Pl. polychloris* sehr nahe, besitzt ebenfalls mehrere und zwar ziemlich große Chromatophoren, die wandständig und zentral nach innen fast halbkugelig oder bauchig verdickt sind. Vielleicht besitzt jeder annähernd in der Mitte ein Pyrenoid (Fig. 226 *a*, *b*, *c*, *d*). Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen, diese meist zu vieren gebildet. Schwärmer und Autosporen besitzen meist zwei, seltener vier oder nur einen Chromatophoren, der auch hier seine verdickte Gestalt beibehält. Hauptgeißel der Schwärmer etwas über körperlang, Nebengeißel ungefähr ein Viertel der Hauptgeißel. Stigma vorhanden.

Zellen 12–15 μ (seltener bis 20 μ) im Durchmesser.

Vorkommen: In Altwässern der Elbe bei Lissa in Böhmen, in einem kleinen Wiesenteiche bei Prag. Scheint auf hohe p_H-Werte eingestellt zu sein.

Diese Alge erinnert dadurch, daß ihre Chromatophoren eigenartig verdickt sind, an *Botrydium*. Möglicherweise muß

diese Alge als Vertreter einer neuen Gattung geführt werden. Darüber haben neue Untersuchungen zu entscheiden. Auch diese Alge scheint gelegentlich neustontisch an der Wasseroberfläche zu hängen (Fig. 226 *h*).

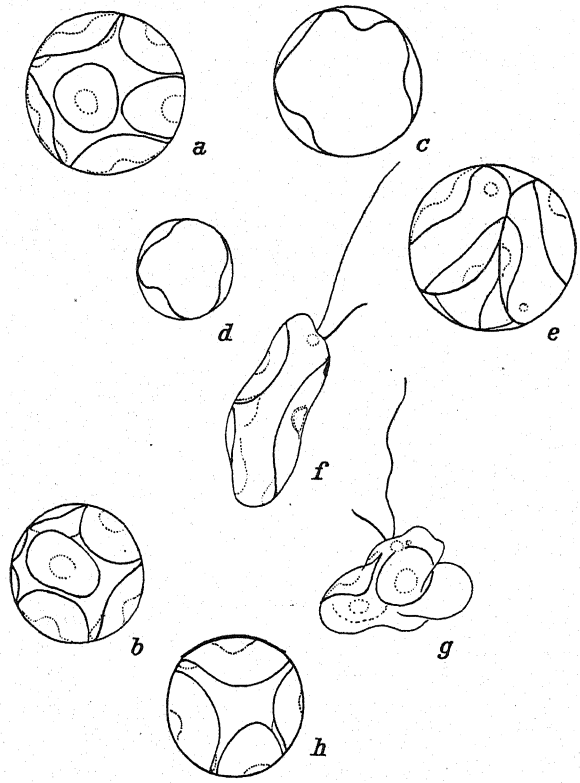


Fig. 226. *Pleurochloris pachychloron:* *a*, *b* vegetative Zellen, mehrere bis viele scheibchenförmige Chromatophoren, jeder vielleicht mit einem Pyrenoid; *c*, *d* optischer Querschnitt durch die vegetative Zelle, Chromatophor in der Mitte in der charakteristischen Weise verdickt; *e* Schwärmerbildung; *f*, *g* freigewordene Schwärmer, bei *g* Übergang in das amöboide Stadium; *h* junge, aus einem Schwärmer entstandene Zelle, die mit dem oberen verdickten Membranteil am Oberflächenhäutchen des Wassers deckenlampenartig hängt (vergl. *Botrydiopsis*).

Pleurochloris vorax (Fig. 227–229).

Abb. Pascher Jahrb. f. wiss. Bot. **73** (1930) Fig. 1, S. 222; Fig. 2, S. 230; Fig. 3, S. 731; Fig. 4, S. 232.

Zellen kugelig, meist mit 2–5 wandständigen Chromatophoren, die vor der Bildung der Vermehrungsprodukte sehr auffallend binnenständig werden können. Chromatophoren ohne Pyrenoid. Membran sehr zart, manchmal mit einer zarten

Gallerthülle. Vermehrung durch Autosporen und bewegliche Stadien. Autosporen zu 2–4 gebildet, durch Verschleimen der Mutterzellhaut frei werdend. Autosporen mit einem bis drei Chromatophoren, zunächst immer mit kontraktilen Vakuolen,

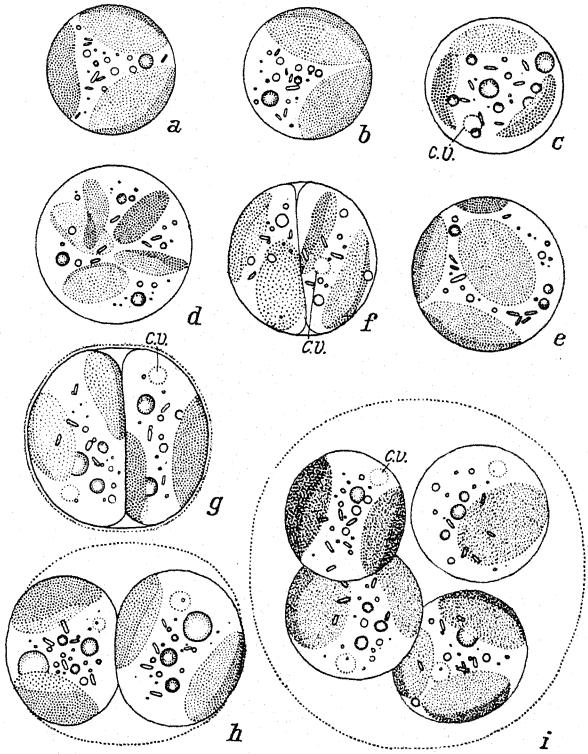


Fig. 227. *Pleurochloris vorax: a, b, e* vegetative Zellen; *c* jüngere Zelle mit noch etwas binnenständigen Chromatophoren und kontraktilen Vakuolen; *d* ältere Zelle mit mehreren, bereits binnenständigen Chromatophoren: Übergang zur Amoebenbildung, die aber nicht durchgeführt wurde; *f* Teilungsstadien mit bereits durchgeteilten Protoplasten. In den Teilprotoplasten kontraktile Vakuolen; *g, h* fortschreitende Autosporenbildung; *i* Zelle mit vier Autosporen, in den Autosporen noch die kontraktilen Vakuolen.

die auch an den austretenden, zu jungen Zellen werdenden Autosporen eine Zeitlang erhalten bleiben. Beim Austreten reißt die erweichte Muttermembran entweder auf einer Seite auf oder sie verschleimt zu einer formlosen Masse.

Soweit beobachtet, treten hier als bewegliche Stadien statt der Schwärmer immer 2–4 Amöben aus; die Teilprotoplasten haben sich gewissermaßen unter Unterschlagung des geißeltragenden Stadiums sofort in Amöben umgewandelt. Diese Amöben-

stadien, zu zwei oder vier gebildet, besitzen 1–3 binnenständige Chromatophoren, kontraktile Vakuolen, doch kein Stigma. Dieses amöboide Stadium bleibt sehr lange, tagelang (beobachtet bis zwei Wochen) erhalten und zeigt ausgesprochene

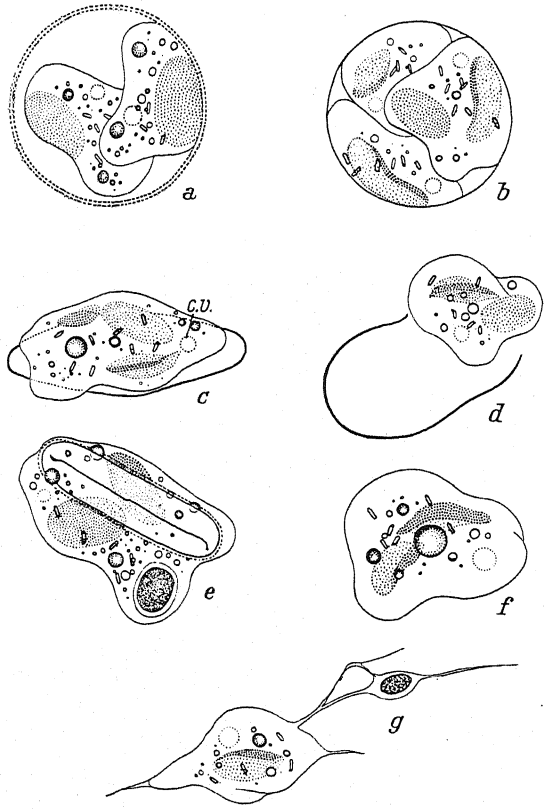


Fig. 228. *Pleurochloris vorax: a, b* in den Zellen haben sich die Teilprotoplasten in zwei bzw. vier kleine Amöben umgewandelt; *d* Austreten der Amöben; *f* ausgetretene Amöbe, zwei binnenständige Chromatophoren, große Öltröpfchen; *g* Amöbe in leichter Rhizopodienbildung, in einem Rhizopodium eine fast ganz verdaute Grünalge; *c* eine Amöbe von *Pl. vorax*, welche eine große Diatomee umfließt; *e* Amöbe mit aufgenommener großer Diatomee und einer aufgenommenen Blaualge.

und ausgiebige animalische Ernährung: Grün- und Blaualgen, große Diatomeen werden aufgenommen und verdaut, ebenso wie auch Blaualgenfäden (*Oscillatoria*) durch Umfließen und Verdauen geknickt und zerteilt werden. Nach langer Zeit runden sich die Amöben ab, umgeben sich mit einer Membran und werden wieder zu den behäuteten, vegetativen Zellen, die sehr bald wieder zur Vermehrung schreiten.

Diese Art fällt dadurch auf, daß in ihrer Entwicklung der rhizopodiale Zustand so sehr betont wird, daß er fast als der hauptsächliche Zustand betrachtet werden kann. Der behäutete Zustand tritt gegenüber diesem Amöbenstadium vielleicht sogar zeitlich zurück.

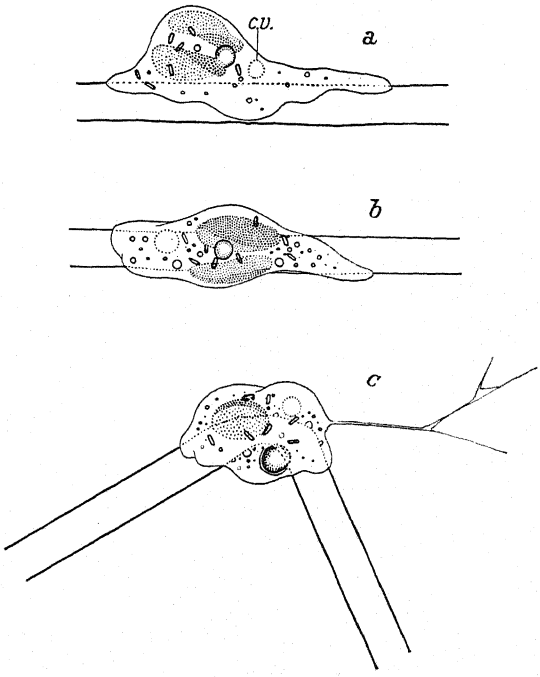


Fig. 229. *Pleurochloris vorax:* Amöboide Stadien auf einer dünnen *Oscillatoria*; *a* Beginn des Umfließens; *b* die *Oscillatoria* bereits vollständig umflossen; Beginn der Verdauung; *c* die *Oscillatoria* an der umflossenen Stelle verdaut, der ganze Faden in charakteristischer Weise geknickt.

Bei dieser Alge konnte beobachtet werden, daß bei der Aufteilung des Protoplasten zu Autosporen oder zu amöboiden Stadien die Chromatophoren in sehr ungleicher Weise auf die Tochterprotoplasten verteilt werden und daß auch völlig farblose Autosporen, wie auch völlig farblose amöboide Stadien gebildet werden.

Der Organismus müßte vielleicht als typisch rhizopodial bezeichnet werden, wenn nicht neben der Bildung von Amöben auch die Bildung von Autosporen bei dieser Alge sehr häufig wäre. *Pleurochloris vorax* erinnert durch ihre amöboiden Sta-

dien an *Perone*, bei der allerdings das rhizopodiale Stadium auch morphologisch noch mehr betont ist.

Zellen 15–25 μ groß, amöboide Stadien 10–20 μ messend.

Vorkommen: Aus den Teichufern bei Hrnčiře bei Prag. Von anderen Heterokonten: *Chlorokoryne*, *Tribonema*, *Heterothrix exilis*; ferner *Oedogonium*, *Tetraciella* u. a. mehr.

3. Chloridella Pascher 1932 (Fig. 230–236).

(ἡ χλωρηίς = die Grünliche).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 336.

Zellen kugelig, mit geringem Größenwachstum, seltener etwas unregelmäßig, einzeln oder nach der Vermehrung kurze Zeit zu zweien oder vieren nebeneinander liegend und sich dann zerstreuend. Niemals dauernd von Gallerte umhüllt und niemals von geschichteten Gallertsystemen umgeben, deren Einzelschichten zum Teil den Teilungsfolgen entsprechen und Zellen gleicher Generationen zusammenfassen. Ebensowenig werden durch Aneinanderkleben dauernde, unregelmäßige Zellaggregate gebildet. Membran zart bis sehr derb, manchmal stark eiseninkrustiert. Zellen niemals besonderes Größenwachstum zeigend. Chromatophoren einer, dann topfförmig bis muldenförmig; oder mehrere, dann scheibchenförmig, rund elliptisch bis polygonal und in ihrer Anzahl in den Zellen sehr wechselnd. An erwachsenen Zellen immer wandständig. Öl- und Fetttropfen, manchmal Leukosinballen, sehr selten rot gefärbtes Öl. Unter bestimmten, nicht näher bekannten Bedingungen große Eiweißkristalle.

Vermehrung ausschließlich durch Bildung von zwei oder vier (auch 8–16) behäuteten Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle, die durch Aufreißen oder Verschleimen der Mutterzelle frei werden. Auch bei den bisher beobachteten Arten in den jungen Autosporen meist keine kontraktilen Vakuolen zu beobachten[1]). An den ganz jungen Autosporen die Chromatophoren manchmal binnenständig. Andere Stadien nicht beachtet.

Von den hierher gestellten Arten wurde bis jetzt eine mit *Chlorobotrys* vereinigt. Infolge der präziseren Umgrenzung von *Chlorobotrys*, die normalerweise in *Gloeocystis*-artigen Gallertlagern lebt und ihre Zellen mehr in einer Ebene hat, kann diese Vereinigung nicht mehr aufrechterhalten werden. Dafür werden

[1]) Vielleicht auch wegen der Kleinheit der Zellen.

die Heterococcalen mit kugeliger Form, isoliert lebend mit nicht skulpturierter Haut ohne besonderes Größenwachstum, soweit sie ausschließliche Vermehrung durch Autosporen haben, zu dieser Gattung vereinigt.

Chloridella ist unter den Heterokonten das, was *Chlorella* (Arten mit einem Chromatophoren) und was *Muriella* (Arten mit mehreren Chromatophoren) unter den Chlorophyceen (Protococcales) ist.

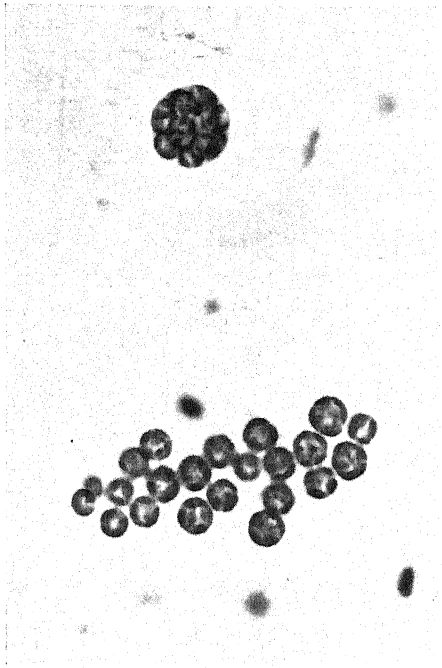


Fig. 230. *Chloridella neglecta:* oben Zelle, die zahlreiche Autosporen gebildet hat; unten: Autosporen durch Aufreißen der Mutterzellhaut freigeworden, beachte die sehr verschiedene Größe der frei gewordenen Autosporen, deren Chromatophorenzahl von 1–5 schwankt.

Sicher mehrere Arten vorhanden. Bisher nur vier einigermaßen zu erfassen:

I. Mehrere Chromatophoren.
  1. Zellmembran nicht eiseninkrustiert, oft zart, 8–14 μ **Chloridella neglecta *1*.**
  2. Sehr derbwandige Formen, die oft mächtig mit Eisenauflagerungen versehen sind.
     A. 2–3 Chromatophoren, Zellen 4–6 μ . . **Chloridella cystiformis *2*.**
     B. Mehrere Chromatophoren, Zellen 12–15 μ **Chloridella ferruginea *3*.**

II. Ein Chromatophor, Zellen 15–20 μ . . . . . **Chloridella simplex *4*.**

1. Chloridella neglecta Pascher 1932 (Fig. 230–232).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 336.

Syn.: *Chlorobotrys neglecta* Pascher und Geitler, Süßwasserfl. **11** (1925) 50.

Abb.: Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 50, Fig. 32; Arch. Prot., a. a. O., S. 336, Fig. 20a–f.

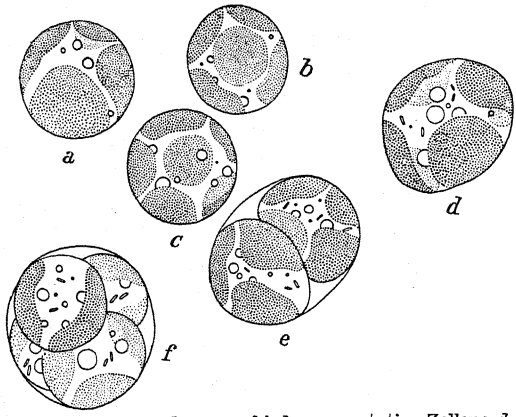


Fig. 230. *Chloridella neglecta: a, b, c* verschiedene vegetative Zellen; *d* eine etwas unregelmäßige, vielleicht durch Teilungshemmung vergrößerte Zelle; *e, f* Autosporenbildung.

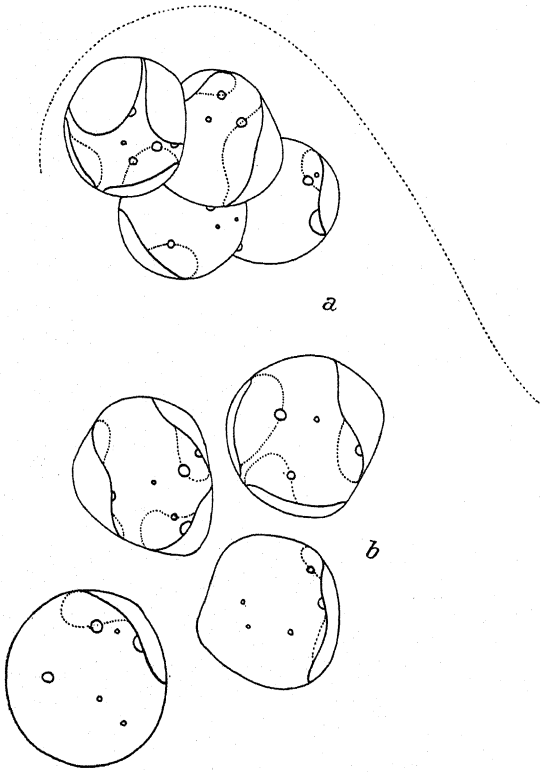


Fig. 231. *Chloridella neglecta: a* Freiwerden von vier Autosporen, die sich gegenseitig abgeplattet haben und leicht verklebt sind; *b* solche isolierte, verklebt gebliebene Autosporen behalten sehr häufig nach dem Austreten ihre unregelmäßig kugelige, polyedrische Gestalt bei. Die beiden unteren Zellen nur mit einem Chromatophoren.

Zellen kugelig bis etwas unregelmäßig, oft sogar etwas stumpfeckig, mit zarter bis fester, oft derber Membran, die manchmal ganz leicht bräunlich gefärbt sein kann. Chromatophoren 4–6, oft sehr verschieden groß, wandständig, nicht selten sich gegenseitig polygonal abplattend, ohne Pyrenoide. Vermehrung durch Bildung von zwei bis vier Autosporen, die sich manchmal etwas tetraedrisch abplatten, vorübergehend leicht verklebt sind und vielleicht auch im erwachsenen Zustand gelegentlich diese Abplattung beibehalten und dann Anlaß zu den erwähnten unregelmäßigen Zellen geben.

Zellen 8–14 μ groß.

Vorkommen: Sehr häufige, vielleicht spezifisch nicht einheitliche Alge, die nur wegen ihrer Kleinheit und Unscheinbarkeit immer übersehen wird. In stehenden Gewässern, besonders Grundwassertümpeln. Heustadelwasser bei Wien (GEITLER); Hirschberger Großteich in Böhmen, Altwässer bei Prag, Tümpel um Braunschweig (PASCHER). Ich vermute, daß die Alge niedere p_H-Werte meidet.

Es scheint mir, als seien zwei Formen zu unterscheiden, eine mit Zellen um 8 μ, eine mit Zellen, die vielleicht das doppelte Volumen haben und 12–14 μ und noch mehr messen.

2. Chloridella cystiformis (Fig. 233).

Die kugeligen Zellen mit einer derben, nicht selten tiefbraun gefärbten, oft spröden, glatten Haut. Keine Gallerthüllen. Chromatophoren meist 2–3, selten einer, doch niemals viele, wandständig, oft sehr ungleich und oft sehr blaß. Rote Öltropfen. Vermehrung durch 2–4 Autosporen, die entweder zart oder dickwandig austreten. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen ca. 5–6 μ Durchmesser.

Vorkommen: Oft in großen Mengen in stark eisenhaltigen Wässern mit niederem p_H-Wert; oft so tiefbraun inkrustiert, daß keine inneren Einzelheiten gesehen werden können und die

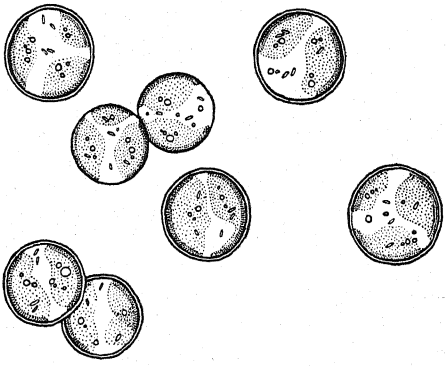


Fig. 233. *Chloridella cystiformis.*

Alge völlig sporenartig aussieht. Aus dem Böhmerwald, aus der Soos um Franzensbad, aus den bärischen Teichen bei Gottesgab im Erzgebirge usw.

3. Chloridella ferruginea (Fig. 234, 235).

Zellen mit derber, vielleicht manchmal geschichteter Zellhaut, die manchmal fleckenweise oder zusammenhängende unregelmäßige braune Auflagerungen[1]) hat. In alten Zellen die Haut spröde. Keine Skulptur (auch keine radiäre Membranstreifung) vorhanden. Chromatophoren 3–5 (in größeren Zellen 8–10). Vermehrung durch Bildung von meist nur zwei Autosporen, die sehr häufig bereits mit derben Membranen austreten und manchmal nur einen Chromatophoren haben. Gelegentlich auch recht

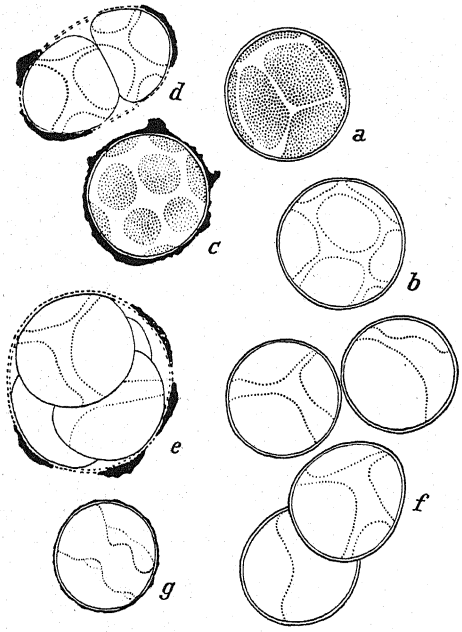


Fig. 234.

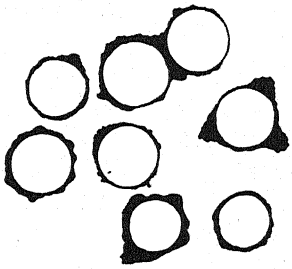


Fig. 235.

Fig. 234. *Chloridella ferruginea: a, b* vegetative Zellen, Membran ohne Eisenauflagerungen; *c* vegetative Zelle mit starken Eisenauflagerungen; *d, e* Autosporenbildung, die äußere, mit Eisenauflagerungen versehene Membranschicht wird unregelmäßig gesprengt, ihre Bruchstücke sitzen mehr oder weniger kappenartig der inneren gedehnten Membranschicht auf; *f* freigewordene, bereits dickwandige Autosporen, die noch innerhalb der Mutterzellhaut ihre derbe Membran erwerben; *g* junge Zelle, die bereits leichte Eisenauflagerungen zeigt.

Fig. 235. *Chloridella ferruginea:* verschiedene Zellen, schematisch gezeichnet, mit großen, unregelmäßigen Eisenauflagerungen. Unter ihnen zwei Zellen durch die Eisenauflagerungen verbacken.

---

[1]) Diese Anlagerungen oft so mächtig, daß die Zellen ganz unregelmäßige Umrisse bekommen (s. Fig. 235) und sekundär durch dicke Auflagerungen miteinander völlig verbunden werden können.

unregelmäßige Autosporen, die dann auch nach dem Austritte ihre Form beibehalten. Gelegentlich verbacken die beiden Autosporen miteinander.

Zellen meist nur 9–13 μ, gelegentlich bis 15 μ groß.

Vorkommen: In moorigen und eisenhaltigen Wässern, manchmal in größeren Mengen zwischen verschiedenen Eisenbakterien. Nicht oligotherm, da erst bei höherer Temperatur auftretend. Auffallenderweise an manchen Stellen ganz fehlend (z. B. um Franzensbad). Georgenfelder Moor, mit *Chlamydomonas paupera*. In der Nähe der toten Au bei Tusset im Böhmerwalde, doch nicht im eigentlichen Moore, sondern in einem Randgraben. Aus dem Riesengebirge (Prof. v. Beck).

Bei der Bildung der Autosporen und der Dehnung der Haut wird die äußere inkrustierte Schicht unregelmäßig gesprengt, die innere aber sehr gedehnt (Fig. 234*d*, *e*).

4. Chloridella simplex Pascher 1932 (Fig. 236).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 337.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) 336, Fig. 20 *g*, *h*.

Zellen kugelig, unregelmäßige Formen bisher nur selten beobachtet. Membran meistens sehr zart. Chromatophor in der Einzahl, schalen- bis topfförmig, meist nicht mehr als die halbe Zelle auskleidend, doch oft kleiner. Ränder des Chromatophoren manchmal tief eingeschnitten und gelappt und dann werden mehrere Chromato-

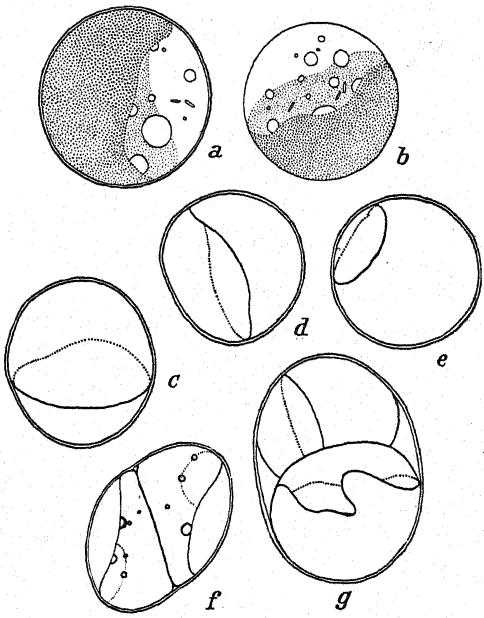


Fig. 236. *Chloridella simplex*: *a* ausgewachsene Zelle mit derberer Haut; *b* junge Zelle; *c*, *d*, *e* verschiedene, zum Teil unregelmäßige Zellen (Abplattung im Autosporenstadium) mit sehr verschieden großen Chromatophoren; bei *e* weit über halbkugelig topfförmig, bei *d* annähernd halbkugelig, bei *c* nur schalenförmig; *f*, *g* Stadien der Autosporenbildung.

phoren vorgetäuscht; dabei ungemein zart. Gelegentlich große Zellen mit bis 8–10 Chromatophoren. Vermehrung meist durch Bildung von zwei Autosporen. Bildung von vier Autosporen bis jetzt nicht gesehen, doch wahrscheinlich. Die Tochterzellen werden anscheinend von der verschleimenden Mutterzellhaut manchmal lange zusammengehalten.

Zellen meist 12–15 μ groß. (Selten 18–20 μ messend.)

Vorkommen: Im Gegensatz zu *Chloridella neglecta* kommt *Chloridella simplex* in Gewässern mit sehr niederen p_H-Werten vor. Ich fand sie hauptsächlich in sauren Verlandungsbuchten sowie auch gelegentlich in Torfgräben zwischen *Microspora*-Watten: im „Swamp" am Hirschberger Großteich in Böhmen; Gräben in dem kleinen Torfmoor bei Georgenfeld in Sachsen in der Nähe der Lugsteinbaude (Erzgebirge).

Die Alge ist sicherlich sehr verbreitet, sie wird aber wegen ihrer Unscheinbarkeit entweder übersehen oder für eine Chlorophycee gehalten.

Von einigen weiteren *Chloridella*-Arten kam mir nur so wenig Material unter, daß sie nicht beschrieben werden können. Eine mißt ca. 8–10 μ im Durchmesser und hat einen topfförmigen Chromatophoren, der aber so gelappt ist, daß er, von oben gesehen, eine Mehrzahl von scheibchenförmigen Chromatophoren vortäuscht. Eine andere Art scheint im topf- oder muldenförmigen Chromatophoren ein Pyrenoid zu haben. Wieder eine andere Art scheint eine derbe, gallertige Haut zu besitzen (mehrere scheibchenförmige Chromatophoren). Kurz, es wiederholen sich manche Formen, die für *Pleurochloris* aufgezeigt sind.

4. Sklerochlamys (Fig. 237, 238).

(σκληρός = hart, ἡ χλαμύς = das Kleid (für Männer)).

Zellen immer einzeln lebend, immer schön kugelig mit auffallend derber, fast dicker, doch meist ungeschichteter Membran. Die Membran nicht selten rötlich gefärbt. Membran im optischen Schnitt mit einer eigenartigen Struktur: einer sehr feinen radiären Streifung, versehen. In der Aufsicht erscheint die Membran grob gepunktet. Diese Punktierung ist über die ganze Zelle gleichmäßig entwickelt, es ist — soweit beobachtet — keine Polarität in bezug auf diese Struktur zu beobachten. Die einzelnen groben Punkte der Oberflächenansicht entsprechen in deutlichster Weise den radiären Streifen der Membran. Mög-

licherweise handelt es sich um feine Poren, wie sie bei einigen Heterococcalen bereits bekannt sind. Wahrscheinlich sind es Gallertporen. Dafür spricht die Tatsache, daß um die Zellen eine zarte Gallertschichte entwickelt sein kann. Manchmal scheint es, als ob an sehr derben Membranen eine eigene Außenschicht entwickelt sei. Chromatophor einer oder mehrere; wenn einer, dann groß, mulden- bis schalenförmig oder ringförmig, wandständig, in manchen Fällen topfförmig und nur vorn eine kleine Öffnung freilassend. Gelegentlich bei Formen mit sonst einem Chromatophoren auch mehrere Chromatophoren (besonders in vergrößerten Zellen). Kein Pyrenoid. In den Zellen sehr viel Öl und auch sehr viele rote Öltröpfchen.

Vermehrung durch Autosporen und Schwärmer. Autosporen meist zu zwei, doch auch zu vieren gebildet. Sie wachsen bereits innerhalb der Mutterzelle sehr rasch heran, bekommen noch innerhalb der Mutterzelle die derbe Membran mit der charakteristischen Struktur. Membran an den ausgetretenen Sporen noch weich. Die Autosporen werden dadurch frei, daß die Mutterzellhaut gesprengt wird. Vielleicht ist im Prinzip die Mutterzellhaut zweischalig, denn bei der Sprengung entstehen zwei annähernd gleich große Teile, deren Bruchränder aber nicht glatt, sondern meist gezackt sind. Schwärmerbildung einmal gesehen: Schwärmer zu zweien oder vieren, manchmal mit binnenständigem Chromatophoren, an dem ein Stigma nicht beobachtet werden konnte. Hauptgeißel etwas mehr als körperlang, Nebengeißel viel kürzer, vielleicht funktionslos. Die Schwärmer gleiten manchmal *Bodo*-artig am Substrat, werden bereits nach wenigen Sekunden bewegungslos und behäuten sich.

Diese eigenartige Heterococcale weicht von den anderen kugelförmigen Formen vor allem durch die derbe, spröde, eigenartig strukturierte Membran ab. Auch wenn *Pleurochloris* oder *Chloridella* oder auch *Botrydiopsis* an den vegetativen Zellen derbe Membranen bekommen, so weisen diese derben Membranen doch niemals diese radiäre Streifung auf, wie die Membran von *Sklerochlamys*, im Gegenteil, die starkwandigen vegetativen Zellen der genannten Gattungen zeigen fast immer eine deutliche perikline Membranschichtung. Es gelang nicht, die Ursache für die Sprödigkeit der Membran von *Sklerochlamys* zu finden. Kalkeinlagerung ist nicht vorhanden, auch die Verkieselung scheint nicht sehr stark zu sein, da beim Ausglühen nicht nennenswerte Reste übrig bleiben. Möglicherweise ist es

die Einlagerung von Eisenverbindungen; es sind ja auch die Membranen sehr häufig tiefbraun gefärbt.

Unter den Heterococcalen hat eine ähnlich derbe und radiär zart gestreifte Membran auch die von OSTENFELD aufgestellte unsichere marine Gattung *Pachysphaera* (OSTENFELD, 1899). Auch hier die Membran in der Oberflächenansicht punktiert. OSTENFELD erörterte selber (auch noch 1928, S. 7) die Möglichkeit, daß *Pachysphaera* ein Ruhestadium von *Halosphaera* ist. Es könnte die Frage aufgeworfen werden, ob nicht *Sklerochlamys* nur eine Art Dauerform einer anderen Heterococcale sei. Dagegen spricht vor allem der Umstand, daß sowohl aus den Schwärmern wie aus den Autosporen direkt die charakteristischen dickwandigen Zellen hervorgehen, und vor allem die Tatsache, daß die Autosporen noch innerhalb der Mutterzelle die charakteristische Membranausbildung annehmen: sie treten bereits als dickwandige, gepunktete Zellen aus.

Im übrigen sind derartig charakterisierte, derbwandige, vegetative Zellen auch bei anderen Algenreihen als selbständige Gattungen bekannt geworden. Speziell unter den Chlorophyceen finden sich einige Parallelen. Vor allem die eigenartige, bis jetzt nur sehr wenig bekannte Gattung *Placosphaera* DANGEARD, die in der letzten Zeit von BISWAS (1935) in Indien wiedergefunden wurde und die ich aus den Kolken um Franzensbad kenne. In der Tat kann *Placosphaera* durch die übereinstimmend radiär gestreiften und spröde derbe Membran mit *Sklerochlamys* verwechselt werden. *Placosphaera* besitzt aber ein Pyrenoid und speichert Stärke. Ferner ist *Sklerochlamys* ähnlich der Chlorophycee *Thorakochloris*, die ich aus den Dünentümpeln von Sylt beschrieb. Hier haben die einzelnen Zellen spröde derbe rotbraune Membranen, die von einer derben Gallertschicht überschichtet sind. Der Chromatophor ist topfförmig und besitzt kein Pyrenoid. Bei der Vermehrung wird die derbe Membran meist in vier, seltener in zwei ziemlich gleich große Stücke zersprengt. Die vier Autosporen bekommen sehr bald die derbe Membran. Bei weiterer Vermehrung bildet die Alge kleine Kolonien mit geschichteter Gallerte, innerhalb welcher die Zellen in Vierergruppen liegen. Bei einiger Aufmerksamkeit kann aber eine Verwechslung von *Thorakochloris*, die Stärke speichert, und *Sklerochlamys* nicht stattfinden.

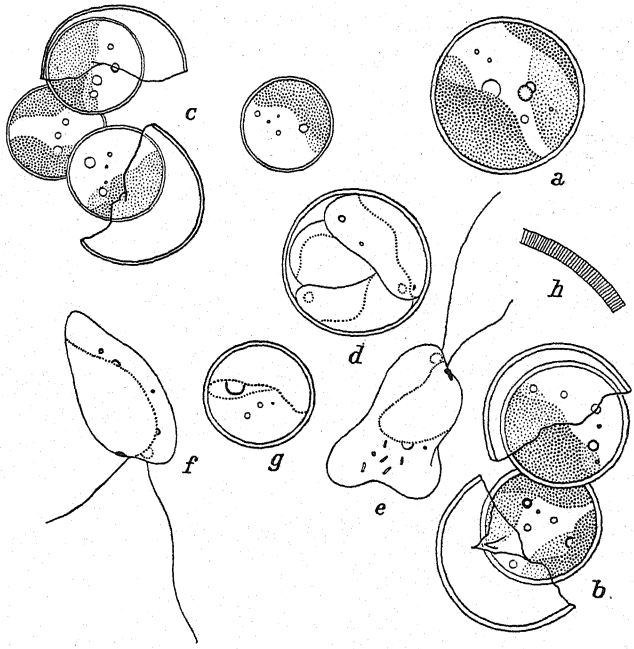


Fig. 237. *Sklerochlamys fragilis: a* vegetative Zelle; *b, c* Bildung von zwei bzw. vier Autosporen; die derbe Membran der Mutterzelle unregelmäßig in zwei Hälften zersprengt, Autosporen bereits mit derber Membran; *d* Schwärmerbildung; *e, f* Schwärmer; *g* junge Zelle; *h* radiäre Streifung der dicken Membran.

Eine einzige gesicherte Art:

Sklerochlamys fragilis (Fig. 237).

Zellen 10–13 μ groß, gelegentlich Zellen bis 20 und 22 μ messend, Chromatophoren einer oder zwei bis drei (Teilungshemmungen, da dann meistens mehr Chromatophoren vorhanden sind).

Vorkommen: Ausgesprochene Erdalge, die ich nur ein einziges Mal aus Blumentopferde des Warmhauses des botanischen Gartens der Deutschen Universität in Prag bekam. Da ich diese Alge niemals unter den Erdalgen des Freilandes fand, ist es nicht ausgeschlossen, daß es sich bei dieser Art um eine subtropische oder tropische Erdalge handelt, die durch ausländische Pflanzen in das Glashaus kam.

Neben *Sklerochlamys fragilis*, die sehr häufig nur einen Chromatophoren hat, gibt es noch eine weitere, jedoch heimische Art mit vielen (bis 10 oder mehr) scheibchenförmigen

Chromatophoren. Diese Art ist etwas größer als *Sklerochlamys fragilis* und mißt meist ca. 15 μ. — An ihr wurde nur Autosporenbildung beobachtet. Diese noch nicht genügend bekannte Art (in meinen Notizen als *Sklerochlamys pachyderma* [Fig. 238] bezeichnet) ist auch von jenen *Sklerochlamys fragilis*-Zellen, die mehrere Chromatophoren haben, leicht zu unterscheiden: 1. durch die viel dickere Membran, 2. durch die größere Zahl der Chromatophoren, die immer kleiner sind als die Chromatophoren der *Sklerochlamys fragilis*-Zellen mit mehreren Chromatophoren. Die Autosporen besitzen beim Austritt bereits die dicke Haut.

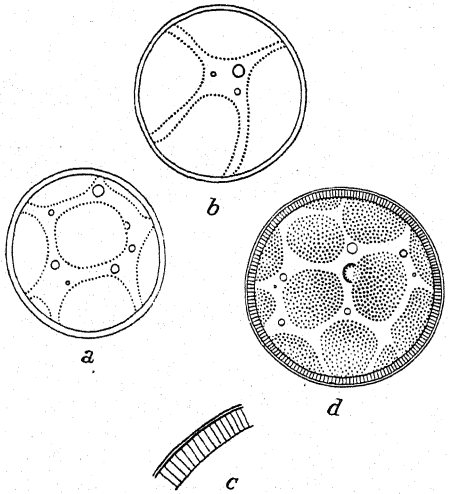


Fig. 238. *Sklerochlamys pachyderma:* Beachte die derbe, radiär gestreifte Membran, über welche eine homogene, vielleicht gallertige Membranschicht gelagert ist.

5. Diachros (Fig. 239–243).

Zellen einzeln lebend oder nach der Autosporenentleerung vorübergehend zu kleinen Grüppchen verbunden, die durch die verschleimte Muttermembran zusammengehalten werden, kugelig, seltener etwas abgeplattet oder mehr unregelmäßig. Membran zart bis sehr derb, manchmal durch Eisenverbindungen rotbraun verfärbt und sehr spröde, nicht aus einem, sondern aus zwei Halbstücken bestehend, die Halbkugeln entsprechen, die zumeist gleich groß sind. Die beiden Membranhälften greifen an ihren Rändern nur wenig oder gar nicht übereinander. Gelegentlich die Ränder der Membranhälften ganz leicht wulstig verdickt. Chromatophoren einer oder mehrere, wandständig, kontraktile Vakuolen in der ausgewachsenen Zelle fehlend. Bei den bisher bekannten Arten keine Pyrenoide. „Eiweißkristalle" bis jetzt nicht beobachtet.

Vermehrung: Bis jetzt nur Bildung von zwei oder vier, seltener acht Autosporen beobachtet. Autosporen bereits mit

der aus zwei Hälften zusammengesetzten Membran austretend. Die beiden Membranhälften der Mutterzelle klappen bei der Entleerung der Autosporen auf; gewöhnlich bleiben sie noch eine Zeitlang durch eine sehr gedehnte, blasenförmige Innenschicht miteinander verbunden, nach deren Aufreißen die Autosporen frei werden. Junge Autosporen oft mit je zwei kontraktilen Vakuolen, die gelegentlich noch längere Zeit nach dem Austritt erhalten bleiben. Schwärmerbildung nicht gesehen, doch wahrscheinlich.

An Dauerstadien fielen vereinzelt derberwandige Zellen auf, die sehr viel leicht gelblich gefärbtes Öl enthielten. Es war aber unklar, ob es sich um Sporen oder nur um starkwandige vegetative Zellen handelt. Für die Sporennatur spricht der Gehalt an Öl.

Die neue Gattung fällt durch ihre zweischalige Membran aus den bis jetzt bekannten, runden und glattwandigen Gattungen der Heterococcalen heraus. Sie lag vielleicht bereits JAMES vor (JAMES, 1935, S. 546, Fig. 12*j*. Siehe Kopie davon Fig. 239). JAMES beobachtete unter *Heterothrix*-Material (mit *Navicula* und *Nitzschia* zusammen) kugelige Algen mit einem oder zwei, manchmal mehreren Chromatophoren und gelegentlich an den Zellen zwei halbkugelige Membranhälften anhaftend. Sie neigt dazu, diese Art zu „*Chlorobotrys*"[1]) zu stellen. In bezug auf die Größe stimmt die Alge vielleicht mit *Diachros simplex* überein. Nur beobachtete ich zwei oder mehr Chromatophoren sehr selten, während JAMES ausdrücklich angibt „with one or two (sometimes more) parietal plastids".

Diachros kann bei Berücksichtigung des Merkmales: glatte, unskulpturiert zweiteilige Membran, kaum mit einer anderen Heterococcale, aber auch nicht mit einer ähnlichen Chlorophycee verwechselt werden.

Gelegentlich bleibt von den Autosporen, besonders wenn nur zwei gebildet werden, eine in der einen Membranhälfte der Mutterzelle stecken (Fig. 241*f*). Wächst sie größer heran, als die Mutterzelle gewachsen war, so quillt gewissermaßen die freie Hälfte der auswachsenden Autospore über den Rand der verbliebenen Wandhälfte der Mutterzelle heraus. In einem solchen

[1]) *Chlorobotrys* in dem bis 1931 üblichen sehr verschwommenen Umfange, nicht *Chlorobotrys* in der Bearbeitung von PASCHER (1932).

Falle wären dann die Verhältnisse ähnlich wie bei den Zellen der Diatomeen oder der fadenförmigen Heterokonte *Tribonema* usw.: die eine Membranhälfte der Mutterzelle würde für die Tochterzelle mitbenützt werden, und es würde nur eine Membranhälfte neu gebildet werden. Ich möchte aber glauben, daß dies bei *Diachros* nicht zutrifft, sondern daß auch bei solchen steckengebliebenen Autosporen beide Membranhälften gebildet werden, wobei allerdings die an die Mutterzellmembran anliegende Membranhälfte sehr dünn bleiben kann.

Der Umstand, daß auch bei den Heterococcalen isoliert lebende, glattwandige Formen vorkommen, deren Membran ebenfalls aus zwei Hälften besteht, zeigt an, daß bei den frei lebenden Heterococcalen die gleichen Differenzierungen vorkommen wie bei den Heterotrichalen: Formen mit einteiliger glatter Wand und daneben Formen mit zweiteiliger glatter Wand. Möglicherweise gehen die fadenförmigen Formen schon auf Formen zurück, die bereits als Heterococcalen in bezug auf ihren Membranbau verschieden waren.

Die bis jetzt bekannten drei Arten, von denen die eine mit der von James abgebildeten, aber nicht beschriebenen Form vielleicht übereinstimmen dürfte, sind zum Teil ausgesprochene Erdalgen, die allerdings in ihrem Vorkommen wahrscheinlich Unterschiede aufweisen in der Form, daß die eine Art (*Diachros polychloris*) mehr in sauren Böden vorkommt, während (in Übereinstimmung mit James) die andere Art (*Diachros simplex*) höhere p_H-Werte vorzieht.

Drei Arten gesehen:

I. Zellen meist mit einem Chromatophoren, bis 10 μ groß **Diachros simplex *1*.**

II. Zellen mit 2 bis mehreren Chromatophoren.

1. Haut meist auffallend dick, Chromatophoren 2–4 **Diachros pleiochloris *2*.**
2. Haut sehr derb, dabei ohne Skulptur, viele kleine Chromatophoren **Diachros incrassata *3*.**

1. Diachros simplex (Fig. 239).

Zellen sehr zartwandig, Chromatophoren auch in ausgewachsenen Zellen meist nur einer, schüssel- bis topfförmig, selten zwei oder mehrere; kontraktile Vakuolen an jungen Zellen sehr bald verschwindend. Gelegentlich treten sehr vereinzelt Zellen bis 12 μ Durchmesser auf, die dann auch mehr Chromatophoren haben können (Teilungshemmung).

Vermehrung durch Bildung von meist nur zwei, seltener vier Autosporen, die sich sehr bald isolieren. Möglicherweise zeigen junge Autosporen innerhalb der Mutterzelle neben den kontraktilen Vakuolen noch das Stigma. Derberwandige, sporenartige Zellen (s. Gattungsbeschreibung) beobachtet. Vielleicht gehört hierher die von JAMES abgebildete Form (Fig. 240).

Zellen 8 μ, gelegentlich bis 12 μ Durchmesser.

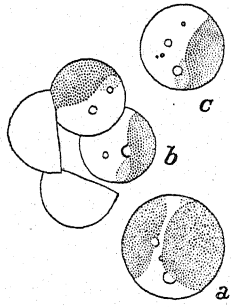


Fig. 239.

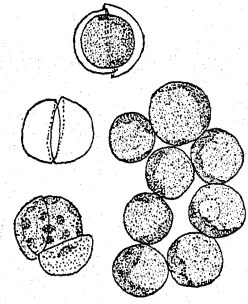


Fig. 240.

Fig. 239. *Diachros simplex:* *a*) erwachsene, vegetative Zelle; *b*, *c* Autosporenbildung und junge vegetative Zelle.

Fig. 240. *Diachros*? die von JAMES beobachtete Alge, vielleicht identisch mit *Diachros simplex* (nach JAMES).

Vorkommen: Einige wenige Male in Algenkulturen, die aus Böden aus der Umgebung Prags herausgezüchtet wurden (1909, 1912). Die Alge konnte aber nicht dauernd kultiviert werden.

In die nähere Verwandtschaft dieser Art scheint eine für die Beschreibung ungenügend bekannte Art zu gehören. Es handelt sich um kugelige Zellen, die mit *Diachros simplex* in bezug auf den Chromatophoren vollständig übereinstimmten, aber, soweit beobachtet, sehr derbe und manchmal etwas verschleimte Membran hatten und durchschnittlich 12 μ groß waren. Es handelt sich dabei bestimmt nicht um Dauerstadien, denn die Zellen zeigten gute Vermehrung, wobei die Autosporen bereits die derbe Membran mitbekamen. Die Membran zeigt auch an alten Zellen keinerlei Skulptur. In der Biologie weicht diese Form dadurch ab, daß sie nicht im Boden, sondern im Wasser lebt. (Vereinzelt oder in kleinen Grüppchen zwischen Zygnemen im ersten Frühjahr aus Gräben des Böhmerwaldes, vielleicht oligotherme Form.)

2. Diachros pleiochloris (Fig. 241).

Zellen kugelig, in den vorübergehenden Verbänden manchmal leicht abgeplattet mit zarter, zweiteiliger Membran; gelegentlich die beiden Membranhälften am Rand ganz leicht verdickt oder in anderen Fällen leicht übereinander greifend

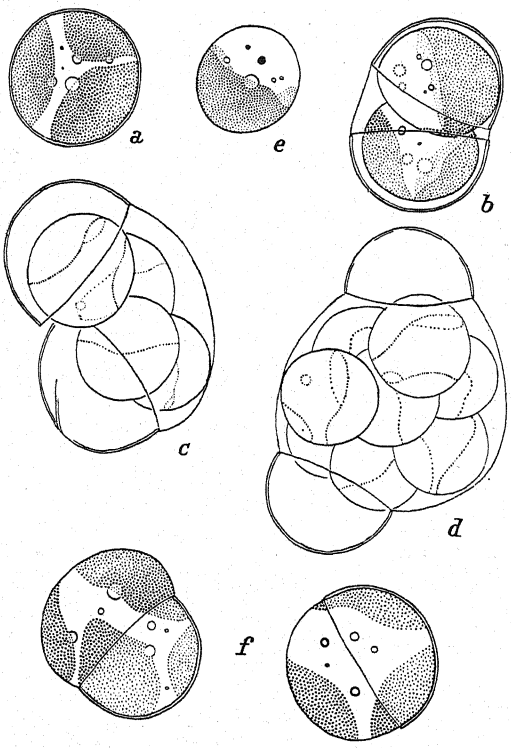


Fig. 241. *Diachros pleiochloris: a* vegetative Zelle; *b, c, d* Autosporenbildung; *e* junge, vegetative Zelle aus einer Autospore hervorgegangen; *f* in der einen Membranhälfte der Mutterzelle ist je eine Autospore stecken geblieben. Beim Wachstum der Zelle vergrößert sich die Zellhälfte der jungen Zelle, welche nicht in der Mutterzelle steckt, nicht selten deutlich. Dadurch kommen eigenartige ungleiche Gebilde zustande.

(ob immer dieselbe Art?). Chromatophoren drei bis fünf oder mehr, wandständig, manchmal recht ungleich groß; junge Zellen mit einem oder zwei Chromatophoren. Gelegentlich in der Zelle 2–3 rubinrote Öltröpfchen (ähnlich wie bei *Chlorobotrys*). Vermehrung durch zwei oder vier, seltener bis acht Autosporen. Autosporen zunächst gegenseitig abgeplattet, manchmal sehr ungleich. Chromatophoren in den Autosporen in ihrer Zahl recht schwankend, oft nur ein Chromatophor, so daß junge, eben ausgetretene Autosporen auch als vegetative

Zellen eine Zeitlang nur einen Chromatophoren besitzen. Chromatophorenteilung aber sehr rasch einsetzend. Blase, innerhalb welcher die Autosporen austreten, manchmal längere Zeit erhalten bleibend, so daß die vier oder acht Autosporen noch innerhalb der Blase etwas heranwachsen, bevor sie austreten. Autosporen sehr häufig mit zwei kontraktilen Vakuolen, die auch an den jungen, eben ausgetretenen Zellen noch eine Zeitlang zu sehen sind. Sporenartige Stadien nicht beobachtet.

Zellen durchschnittlich 12 μ, gelegentlich bis 14–18 μ.

Vorkommen: Erdalge, mehr auf Böden, die etwas saurer sind, vielleicht um p_H-Werte um 4,5. Die Alge scheint selten zu sein, möglicherweise aber stellt sie einen nur gelegentlich in der Erde vorkommenden Organismus vor, der nur zufällig in solchen Erdkulturen aufging. Bis jetzt nur zweimal beobachtet: um Franzensbad, um Hirschberg.

Die Membran der Alge ist gelegentlich auffallend rot verfärbt, wobei aber die Membran sich nicht verdickt. Solche in ihrer Membran auffallend rotbraun verfärbte Zellen können bei oberflächlicher Beobachtung sehr leicht den Eindruck von Sporen erwecken.

3. Diachros incrassata (Fig. 242, 243).

Zellen mit sehr derber, doch ungeschichteter und nicht skulpturierter Haut, die oft tiefbraun verfärbt und auch sehr spröde sein kann. Beide Membranhälften gleich, gelegentlich kleine Größenunterschiede vorhanden. Chromatophoren zahlreich, klein, scheibchenförmig. Rote Öltropfen gelegentlich vorhanden. Autosporen meist zu zwei gebildet, bereits innerhalb der Mutterzelle mit derben Membranen versehen und meist bereits ziemlich erwachsen austretend. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 12, selten bis 20, meist 15 μ im Durchmesser.

Vorkommen: In sehr eisenhaltigen, stark sauren Wässern: einmal aus dem Eisengraben im Swamp bei Hirschberg (Nordufer des Großteiches), dann aus den viel Eisen führenden Gräben um den Spitzberg im Böhmerwalde. Wahrscheinlich sehr wärmeliebende Alge.

Sehr leicht zu übersehen und, wenn stark braun verfärbt, leicht mit Sporen zu verwechseln. Sieht *Sklerochlamys* ähnlich, bildet aber, soweit gesehen, niemals deren eigenartige Membranstruktur aus.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß es *Diachros*-Arten mit sehr ungleichen Membranhälften gibt. Eine derartige Form kam mir, leider in sehr wenigen und nicht gesunden Zellen (fettige Degeneration!), unter (Fig. 243); die Zellen maßen bei 14μ und besaßen mehrere Chromatophoren.

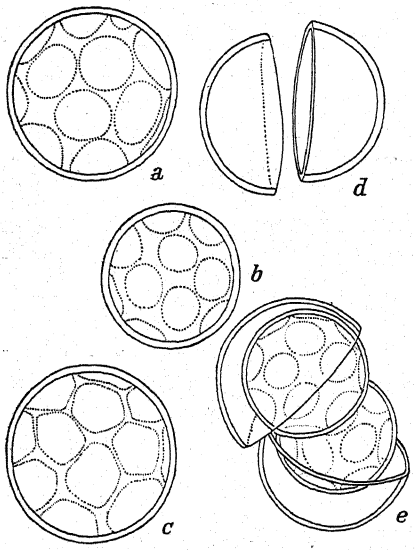


Fig. 242.

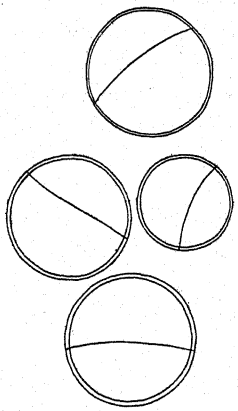


Fig. 243.

Fig. 242. *Diachros incrassata: b, c* vegetative Zellen; *d* die beiden Hälften der derben Membran; *e* Autosporenbildung.

Fig. 243. *Diachros spec.:* die zweiteilige Membran; beachte die verschiedene Größe der beiden Membranhälften. Im allgemeinen aber sind die Hälften gleich.

Botrydiopsideae.

Kugelige bis kurz ellipsoidische oder unregelmäßige Zellen mit besonderem Größenwachstum. Freilebend oder gelegentlich festsitzend.

I. Meist freilebend.
  1. Kugelig . . . . . **Botrydiopsis** *6*.
  2. Länglich bis unregelmäßig, an einem Ende mit mächtiger Membranverdickung . . . . . **Excentrochloris** *7*.

II. Oft auf *Sphagnum* festsitzend . . . . . **Perone** *8*.

Diese Gruppe ist nach dem Merkmal des lang andauernden Größenwachstums zusammengefaßt. Die Gattungen sind vielleicht nicht näher miteinander verwandt. Man kann sich vorstellen, daß *Botrydiopsis* auf *Pleurochloris*-artige Formen zurück-

geht, während *Perone* sich von festsitzenden, kugeligen *Characiopsis*-Formen ableiten läßt, wobei aber auch die Möglichkeit besteht, daß die festsitzende Lebensweise erst nach Betonung des enormen Größenwachstums erworben wurde. Ebenso kann *Excentrochloris* auf *Ellipsoidion*-artige Formen zurückgehen. Die Gruppe kann daher polyphyletisch sein.

6. Botrydiopsis Borzi 1889 (Fig. 244–267).

(ὁ βότρυς — Traube; Name wegen der traubenartig ausgestoßenen Autosporen, — wahrscheinlich auf dem Umwege über den Namen *Botrydium* gebildet.)

Borzi, Boll. Soc. It. Micr. (1889); Stud. Alg. **2** (1895) 169. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Anstalt. **23** (1906) Beih. 3, 107. — Oltmanns, Morph. Biol. Alg., 2. Aufl., **1** (1922) 26. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 42. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 390. — West u. Fritsch, Treatise, 2. Aufl. (1927) 307. — Smith, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 148. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Zellen im erwachsenen Zustand sehr groß, bis 50 (seltener bis 80) μ messend, durch enormes Größenwachstum aus kleinen, kaum 8–10 μ messenden Zellen hervorgehend (Figur 244), meist vollkommen kugelig, seltener brotlaibförmig, mit zarter bis derber, vielleicht manchmal leicht geschichteter Membran, die — soweit beobachtet — keine Verkieselung auf-

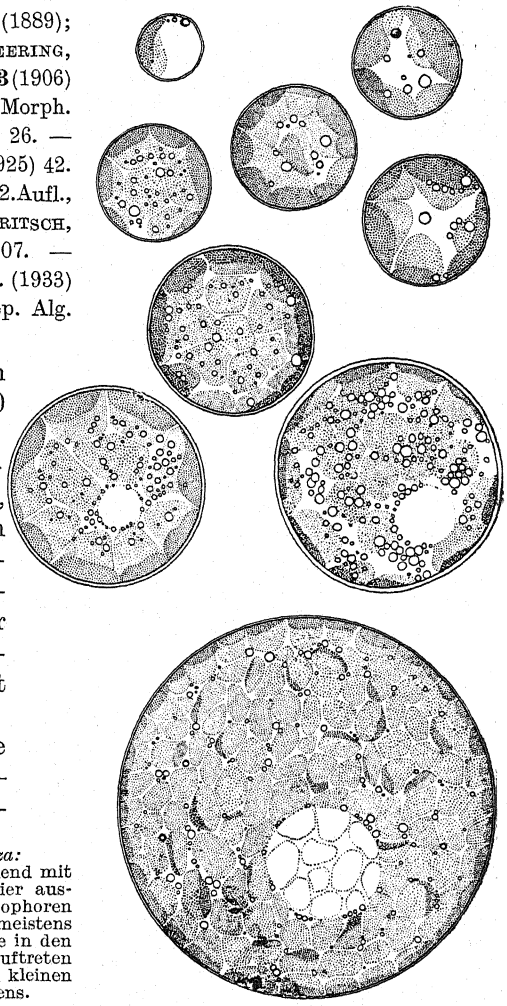


Fig. 244. *Botrydiopsis arhiza:* verschieden große Zellen, beginnend mit einer kleinen Autospore, die hier ausnahmsweise nur einen Chromatophoren hat, während die Autosporen meistens zwei oder drei besitzen. Beachte in den drei untersten Figuren das Auftreten des eigenartigen, großen, von kleinen Tröpfchen umgebenen Ballens.

weist. Manchmal Membran sehr derb und mit kürzeren oder längeren, stumpfen, derben Stacheln besetzt, die annähernd gleichmäßig über die Zelle verteilt sind und deren Bildung nicht bekannt ist (Fig. 245). Sie entstehen wahrscheinlich auf andere Weise als die Skulptur anderer Heterococcalen. In seltenen Fällen ist eine zarte Gallerthülle vorhanden. Gelegentlich auch fleckenweise Eisenauflagerungen. Protoplast großer Zellen oft mit einer deutlichen, zentralen großen, oft zerteilten Zellsaftvakuole. Sehr viele, scheibchenförmige Chromatophoren, die, elliptisch oder polygonal, in heranwachsenden und ausgewachsenen Zellen immer wandständig sind. Oft stehen die Chromatophoren so dicht, daß

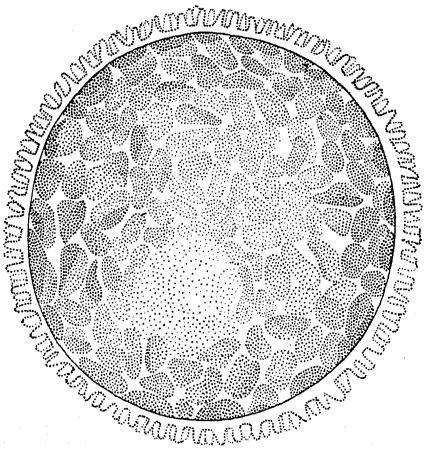


Fig. 245. *Botrydiopsis arhiza:* große Zelle mit den in ihrer Entstehung unbekannten, unregelmäßig warzenförmigen „Emergenzen" der Membran.

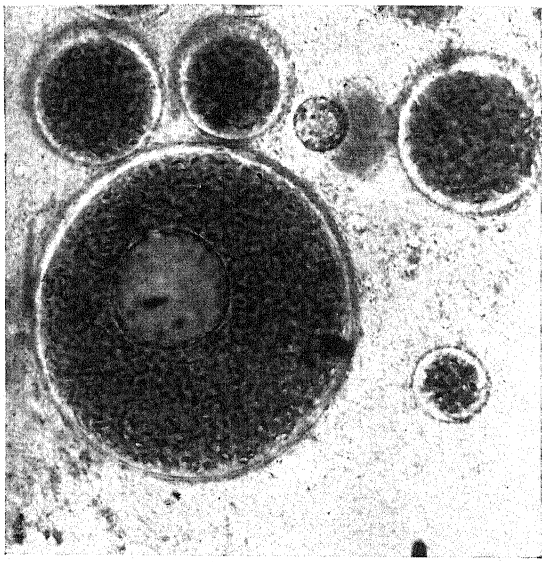


Fig. 246. *Botrydiopsis arhiza:* verschieden große Zellen, in der großen Zelle deutlich der große, glänzende Ballen; diese Zellen bereits im ersten Beginn der Schwärmerbildung.

zwischen ihnen nur schmale, helle Streifen bleiben. Nach Korschikoff besitzen die Chromatophoren Pyrenoide, doch ist die Frage nochmals zu überprüfen. Die Chromatophoren sind nicht selten mehr spindelförmig. Protoplasma an jungen Zellen glashell, an älteren Zellen manchmal körnig. Kern manchmal leicht exzentrisch, sehr große Zellen mehr- bis vielkernig. In älteren Zellen ist ferner meistens etwas exzentrisch ein großer, kugelförmiger Ballen einer unbekannten, oft leicht gelblichen Substanz zu finden, die nicht selten einen großen Kern vortäuscht (Fig. 244, 245, 246). Dieser Ballen, immer scharf begrenzt, täuscht, besonders wenn er knapp unter der Zellwand liegt, mit seinem Umriß einen deckelförmigen Teil der Zellwand vor. Als Reservestoffe Fette und Öle (diese treten manchmal in großer Menge auf), die nur selten rötlich gefärbt sind, und daneben wahrscheinlich auch Leukosin (vielleicht häufiger in jungen Zellen). Bei fortschreitendem Wachstum differenziert sich deutlich ein grobmaschiges, zentrales Plasma und ein mehr homogenes, nicht vakuolisiertes, peripheres Plasma.

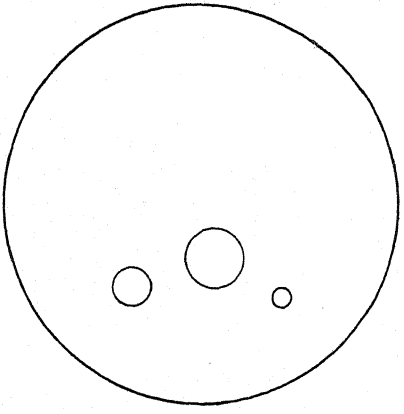


Fig. 247. *Botrydiopsis arhiza:* Größenwachstum: rechts Umriß einer kleinen, eben entleerten Autospore, der große Kreis die größte gemessene *Botrydiopsis*-Zelle.

Vermehrung durch Bildung von zahlreichen Schwärmern (Fig. 248, 249), die den typischen Heterokontencharakter haben, in ihrer Größe ungemein schwanken und einen, meist zwei, bis viele, auch binnenständige Chromatophoren haben (Fig. 250). Schwärmer manchesmal unter Geißelverlust völlig amöboid werdend (Fig. 251), manchmal sogar amöboid aus den Zellen austretend. Die Schwärmer wandeln sich meist nach kurzer Schwärmzeit in kleine, behäutete, meist kugelige Zellchen um, die sich infolge der Sauerstoff-Chemotaxis meist an der Oberfläche des Wassers bilden. Diese aus Schwärmern hervorgegangenen Zellen haben zunächst meist binnenständige Chromatophoren. Vor der Bildung der Schwärmer fast immer eine scharfe Gliederung in peripheres Plasma, aus dem die Schwärmer herausgeschnitten werden, und zentrales Restplasma, das zurückbleibt, durchgeführt.

Sehr häufig wandeln sich die zahlreichen Teilprodukte des Protoplasten noch innerhalb der Mutterzelle in behäutete, kleine Zellchen mit einem bis mehreren Chromatophoren um; diese werden durch Aufreißen der Membran frei (Fig. 254–256).

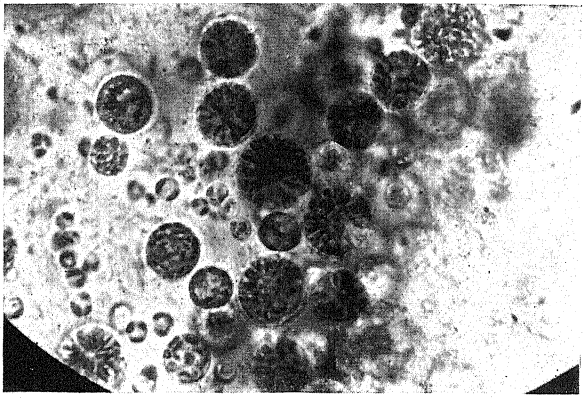


Fig. 248.

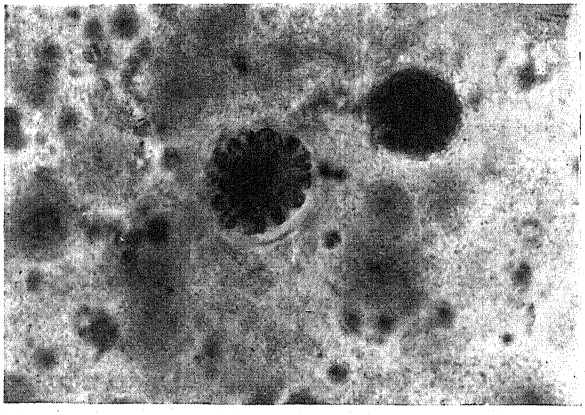


Fig. 249.

Fig. 248 u. 249. *Botrydiopsis arhiza:* Zellen in Schwärmerbildung begriffen; beachte die peripher und radiär gelagerten Schwärmer, die aus dem peripheren Plasma ausgeschnitten werden. Unten dasselbe stark vergrößert.

In den allermeisten Fällen vor der Schwärmer- oder Autosporenbildung bedeutendes Größenwachstum der Zelle. Doch unter bestimmten Bedingungen Schwärmer- und Autosporenbildung bereits in sehr kleinen Zellen.

Die Zahl der in großen Zellen gebildeten Schwärmer und Autosporen kann sehr groß sein: es können bis 300 und viel-

leicht auch noch mehr Schwärmer und Autosporen gebildet werden.

Die Autosporen haben meist wandständige Chromatophoren (Fig. 256).

Als Dauerstadien wurden bis jetzt nur derbwandige Zellen beobachtet, die sich zu wenigen innerhalb der Mutterzelle bil-

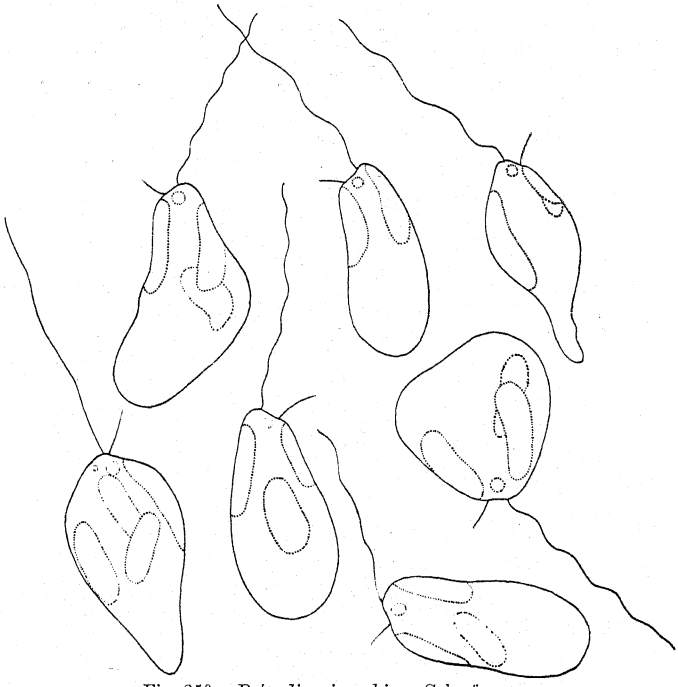


Fig. 250. *Botrydiopsis arhiza:* Schwärmer.

deten und über deren nähere Morphologie und Entwicklungsgeschichte ich nichts sagen kann.

Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt, bis jetzt nicht beobachtet. Protoplasmatisch verbundene, oft wie Kopulationsstadien aussehende Schwärmerpaare oder Vielheiten sind nicht als Kopulationen, sondern als unvollständige Teilungen anzusprechen.

Die Entwicklungsgeschichte der *Botrydiopsis*-arten ist sehr mangelhaft bekannt. Zunächst ist zu bemerken, daß bei *Botrydiopsis arhiza* die jungen Zellen am Oberflächenhäutchen des Wassers oft in großen Mengen haften. Diese jungen Zellchen haben vielleicht eine zweiteilige Membran: der eine Teil ist viel

größer und topfförmig, der andere ist viel kleiner und deckelartig, und dieser kleinere Teil hängt am Oberflächenhäutchen (Fig. 253). Sehr häufig ist dieser obere Teil noch mit einem stark vereisenden Hofe (Gallertzone) umgeben, an den sich nicht selten noch ein eisenfreier, heller, doch körniger Hof anschließt. So hängen die jungen Zellen wie Deckenlampen an der Oberfläche des Wassers. Wie die weitere Entwicklung dieser jungen Zellen vor sich geht, ist nicht bekannt.

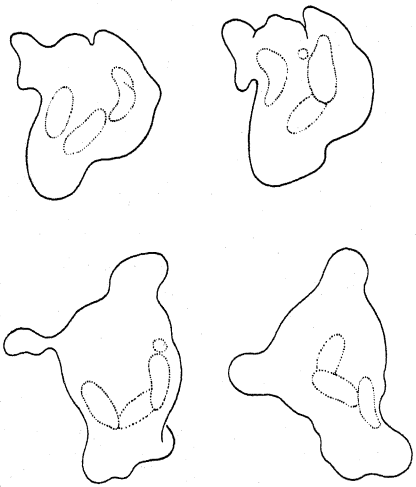


Fig. 251. Aufeinanderfolgende Umrisse eines amöboid gewordenen Schwärmers; beachte die Formveränderung!

Auffallend ist, daß die jungen *Botrydiopsis*-Zellen sehr dazu neigen, sich neu zu behäuten. Kaum mit Membran umgeben, schlüpft der Protoplast wieder aus der Membran in der Form eines Schwärmers aus, um wieder kleine Zellen zu bilden und eventuell wieder auszuschwärmen. Bei ganz jungen Zellen und den Schwärmern sind die Chromatophoren meist binnenständig.

Botrydiopsis ist eine der interessantesten Heterokonten-Gattungen[1]), die eine monographische Durcharbeitung sowohl nach den morphologischen wie nach der biologischen Seite hin verdient. Zu prüfen wäre vor allem die Membranbeschaffenheit, vor allem die Beziehungen zur Ausbildung der eigenartigen, bestachelten Membranen, die auch von anderen Heterokonten gebildet werden können.

Völlig unklar ist der Charakter des eigenartig großen Ballens, der in jeder *Botrydiopsis*-Zelle (Fig. 246), sobald sie eine gewisse Größe erreicht hat, in der Einzahl auftritt. Die Bildung dieses Ballens hängt sehr von äußeren Faktoren ab, sie erfolgt viel intensiver und rascher bei Kultur in „organischer" Nährlösung (Zucker). Es scheint, als ob es sich um ein Stoffwechselprodukt handelt, das erst bei der Protoplastenteilung für die Zoo- oder Autosporen verwendet wird.

---

[1]) Ich beziehe mich auf die einzig einigermaßen bekannte Art *B. arhiza*.

Einen besonderen Hinweis verdienen die bei *Botrydiopsis arhiza* so häufigen, eigenartigen Schwärmerhaufen, die durch unvollständige Teilung des Protoplasten zustande kommen. Oft sind nur einige, wenige Schwärmer mehr oder weniger mit ihren

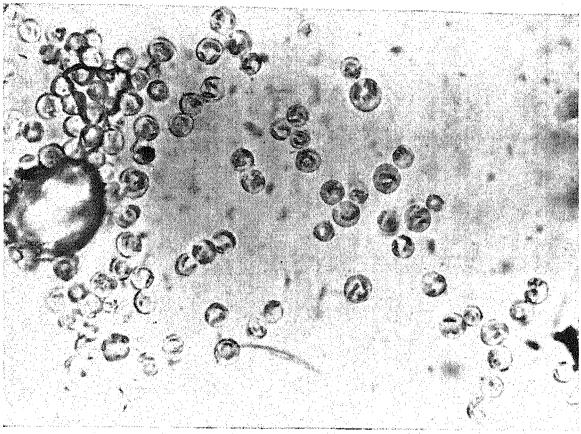


Fig. 252 *a*.

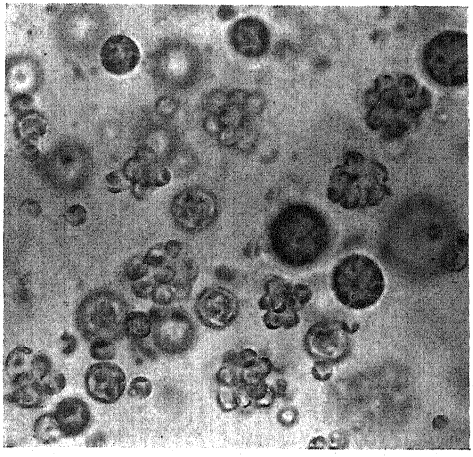


Fig. 252 *b*.

Fig. 252. *Botrydiopsis arhiza*: *a* Junge, aus Schwärmern hervorgegangene Zelle, häufiges Auftreten binnenständiger Chromatophoren. *b* kleinere Zellen in Autosporenbildung begriffen, Autosporen nur zu 8 oder 16 gebildet und ebenfalls in förmlichen *Coelastrum*-artigen Verbänden, die sich später lösen, austretend.

Hinterenden verbunden, oft wird die Gesamtheit der Schwärmer einer Zelle zu einer synzoosporenartigen Schwärmervereinigung, bei der die Köpfe der Einzelschwärmer noch frei oder aber so miteinander verschmolzen sein können, daß aus einer wenig differenzierten, kugeligen oder unregelmäßigen Plasma-

masse nur die Geißelpaare herausragen (s. Fig. 9, S. 14). Auffallend sind auch die ungemein großen Schwankungen in der Dimension der Schwärmer. Besonders große, nur mit einem Geißelpaar versehene Schwärmer sind gelegentlich ebenfalls mehrkernig. Auffallend sind ferner jene Schwärmervereini-

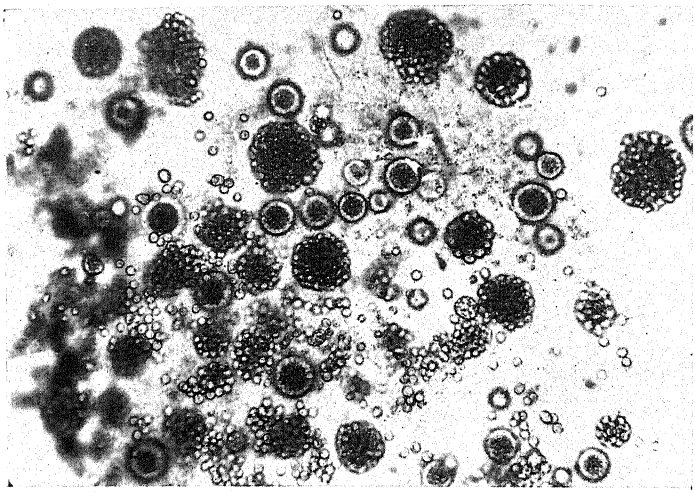


Fig. 253 *a*.

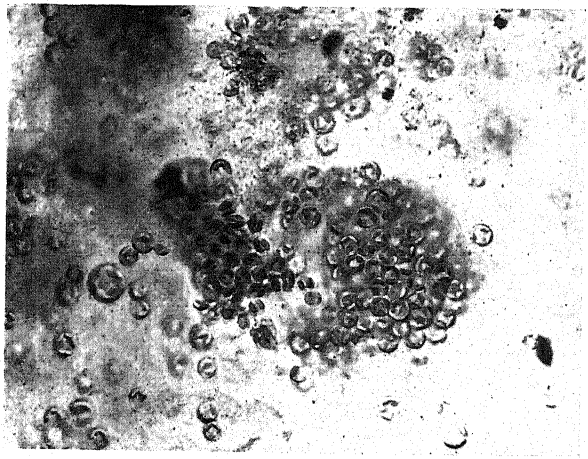


Fig. 253 *b*.

Fig. 253. *Botrydiopsis arhiza*. *a* Autosporenbildung. Autosporen zu allermeist bereits in der Form traubiger Vereinigungen ausgetreten. Diese traubigen Autosporenhaufen lösen sich zumeist sehr bald auf (schwache Vergrößerung); *b* zwei Autosporenhaufen, die bereits in Zerfall begriffen sind. Chromatophor wird wandständig. — (Stärkere Vergrößerung eines Stückes der oberen *Botrydiopsis*-gruppe).

gungen, bei denen die Schwärmer durch oft sehr lange, verzweigte Plasmabrücken miteinander verbunden sein können, so daß direkt Schwärmernetze zustande kommen können.

Borzi macht (1895) Angaben über Kopulationen von Schwärmern, die er auf Taf. XIII, Fig. 16–18 abbildet. Hierzu

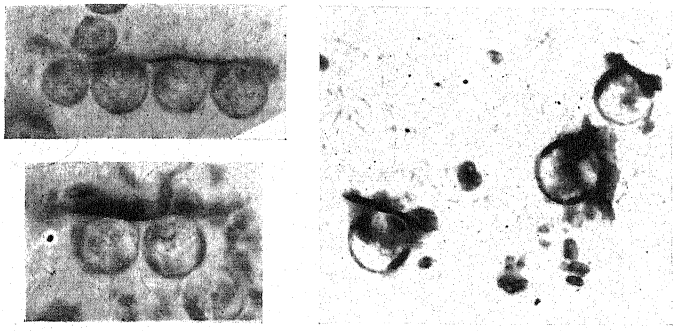


Fig. 254. *Botrydiopsis arhiza:* Junge Zellen, die deckenlampenartig an der Oberfläche des Wassers hängen; beachte die kleinen Schirmchen; Chromatophoren meistens in der oberen Zellhälfte.

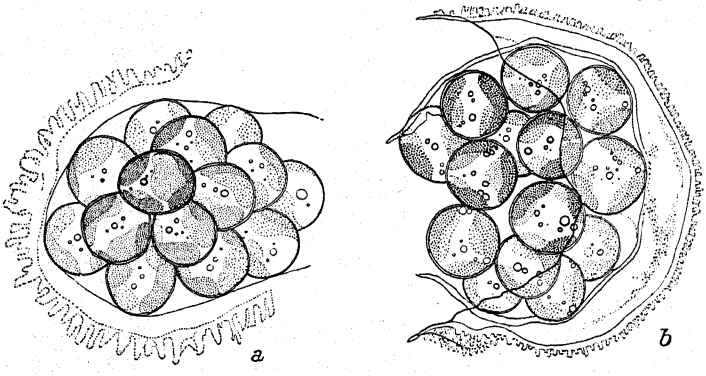


Fig. 255. *Botrydiopsis arhiza:* Zwei derbwandige und warzige Zellen, in Autosporenbildung begriffen. Die Autosporenbildung kann in allen Größenklassen von *Botrydiopsis* einsetzen, natürlich auch in den glattwandigen Zellen. Die Autosporen treten zunächst von der inneren Membranschicht blasenförmig umgeben aus. Diese Membranschicht reißt dann auf.

ist zu bemerken, daß die abgebildeten Kopulationsstadien sich mit aller Sicherheit nicht auf *Botrydiopsis* beziehen, sondern auf irgendeine, in seinen nicht Spezies-reinen Kulturen mit aufgekommene, wahrscheinlich protococcale Grünalge. Die abgebildeten Gameten haben auf den Bildern von Borzi zwei gleichlange Geißeln und weichen auch in ihrer Gestalt von den vegetativen Schwärmern von *Botrydiopsis* ab, die Borzi — bis

auf den Umstand, daß er die Nebengeißel nicht beobachtet hat — auch in ihrer Amöboidie korrekt einzeichnet.

Über die Biologie der verbreitetsten Art *Botrydiopsis arhiza* wissen wir nichts. Tatsache ist, daß sie sich sowohl an sehr sauren Orten (Moorgräben) mit niedrigen wie auch an Orten mit hohen p_H-Werten findet. Ich vermag aber die Grenzen nicht anzugeben, da ja die Artsystematik sehr im argen liegt. Die einzige besser studierte Art, *Botrydiopsis arhiza*, scheint im Laufe ihres Individuallebens zwei verschiedenen Lebensgemeinschaften anzugehören. Die eine wird gebildet von Organisationen, die gleichsinnig sich wieder bei den Algen ganz anderer Verwandtschaft finden und die alle die gleichen „Aufhängevorrichtungen" zum Leben am Oberflächenhäutchen des Wassers haben. Dazu gehören Polyblepharidinen und Chrysocapsalen, vielleicht auch *Nautococcus*, der eine Zwischenstellung zwischen Volvocalen und Protococcalen einnimmt, ferner auch *Pleurochloris polypyren*. Die andere Lebensform von *Botrydiopsis arhiza* ist: Leben am Grunde der Gewässer oder auf verschiedenem Substrat, wo sie zwar meist nur vereinzelt, aber sehr verbreitet gefunden werden kann. Das Größenwachstum, das bei *Botrydiopsis arhiza* so bedeutend ist, erfolgt nur an diesen, am Grunde lebenden Ausbildungen. Damit hängt es auch zusammen, daß die hauptsächlichste Vermehrung von *Botrydiopsis arhiza* in diesen großen Zellen erfolgt, die zu mächtigen Zoo- oder Autosporangien werden. Das schließt aber nicht aus, daß auch die kleinen, an der Oberfläche hängenden Zellen von *Botrydiopsis arhiza* Schwärmer, und zwar, entsprechend ihrer geringen Größe,

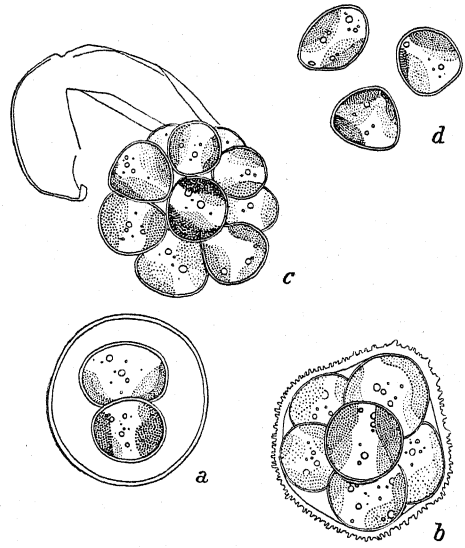


Fig. 256. *Botrydiopsis arhiza: a* Autosporenbildung in einer jungen Zelle; *b* in einer etwas älteren Zelle; *c* Entleerung der Autosporen aus einer glattwandigen Zelle; *d* etwas unregelmäßige Autosporen. Gelegentlich bekommen die Autosporen derbere Membranen und nähern sich dadurch Cystenbildungen.

pro Zelle nur in geringer Zahl (1–2, seltener 4) bilden. Wie die großen, am Grunde lebenden Zellen mit den kleinen, an der Oberfläche hängenden Zellen zusammenhängen, ist unklar. Vielleicht handelt es sich um ein einfaches Absinken dieser hängenden Zellen oder es gibt noch unbekannte Zwischenstadien.

Schwärmer bei *Botrydiopsis* mit und ohne Stigma.

Obwohl für *Botrydiopsis* mehrere Arten beschrieben sind, möchte ich als völlig gesichert nur zwei Arten ansehen:

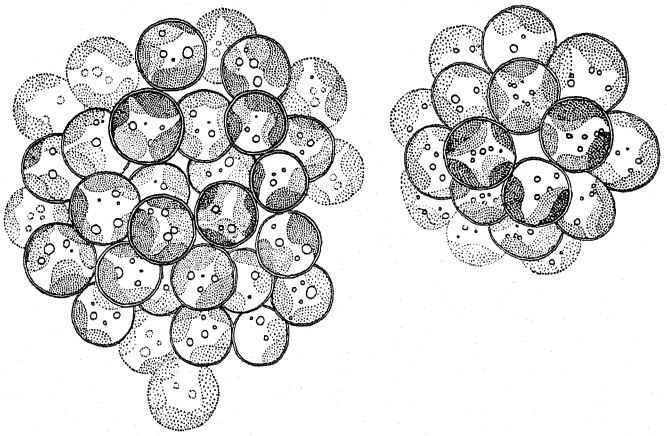


Fig. 257. *Botrydiopsis arhiza:* Zusammenhängende Haufen von Autosporen, die zum Teil schon heranwachsen. Gelegentlich können die Autosporen längere Zeit miteinander in Verbindung bleiben und besonders dann, wenn sie eine regelmäßige Lagerung beibehalten, mit Kolonien anderer Algen verwechselt werden. (Vgl. Fig. 253.)

Botrydiopsis arhiza Borzi 1895 (Fig. 109, 113, 244–257).

Borzi, Stud. Alg. **2** (1895) 170. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsinst. **23** (1906) 3, 107. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 44. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 390. — Smith, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 149. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Syn.: *Botrydiopsis turfosa* Pascher, Süßwasserfl. **11** (1927) 44.

Abb.: Borzi, a. a. O. (1895) Taf. XII–XIII, excl. Fig. 15–18. Die Abbildungen bei Fritsch, Heering, Pascher (1925), Printz sind Kopien davon. — Smith, a. a. O. (1933) Fig. 94, S. 149.

Zellen kugelig, nur unter ungünstigen Verhältnissen etwas unregelmäßig bis brotlaibartig. Schwärmer ohne Stigma. Junge Zellen 8–10 μ, am Grunde lebende Zellen 25–50 μ, doch auch bis 70 μ.

Sehr verbreitete Alge. Bis jetzt aus Sizilien, Böhmen, Deutschland und Schweden, Nordamerika bekannt. In stehenden Gewässern, besonders in der Randflora von Teichen, aber

auch in fast stagnierenden Moorgräben verbreitet, wenn auch nicht häufig und als kleinere Zellen im Algenmagma nicht immer leicht zu bemerken. Vielleicht mit größerer ökologischer

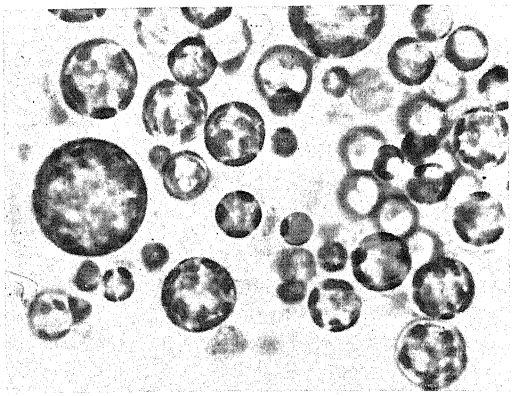


Fig. 258 *a*.

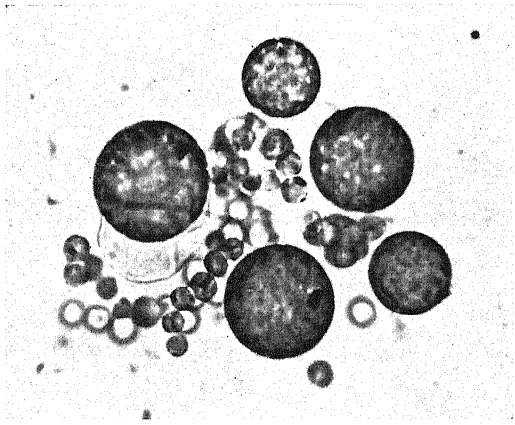


Fig. 258 *b*.

Fig. 258. *Botrydiopsis intercedens: a* Autosporen in verschiedenen Übergängen zu halbwegs erwachsenen größeren Zellen; *b* entleerte Autosporen, dazwischen halb erwachsene Zellen, links eine Zelle in Häutung, der Inhalt bereits im Begriffe, in Schwärmer zu zerfallen.

Spannweite: so gibt sie SKUJA (1937, 108) an: auf Rinden und Holzstücken, Dachtraufen an leicht beschatteten Stellen (mit *B. minor*?, *Bumilleria sicula*, *Heterococcus* (*Monocilia*) *flavescens*. Die Alge ist an überrieselten Wänden leicht aerophil. Vielleicht sind mehrere biologische (vielleicht auch morphologische) Rassen oder Arten vorhanden.

Eine zweite Art von *Botrydiopsis* lernte ich aus Reinkulturen kennen, die von E. G. PRINGSHEIM als *Pleurococcus* geführt wurden und sich nun nicht nur in Prag, sondern auch in Genf (Nr. 522) wie in Basel befinden. Diese Alge zeigt nur unter bestimmten Umständen, die leider nicht näher analysiert werden konnten und die in der Kultur nicht immer zu erreichen waren, enormes Größenwachstum, so daß die Zellen 60–70 μ erreichen können. In diesem Zustande ist die Alge der *Botrydiopsis arhiza* sehr ähnlich. Unter den meisten Kulturbedingungen aber kommt es nicht zur Ausbildung dieser großen Zellen, die

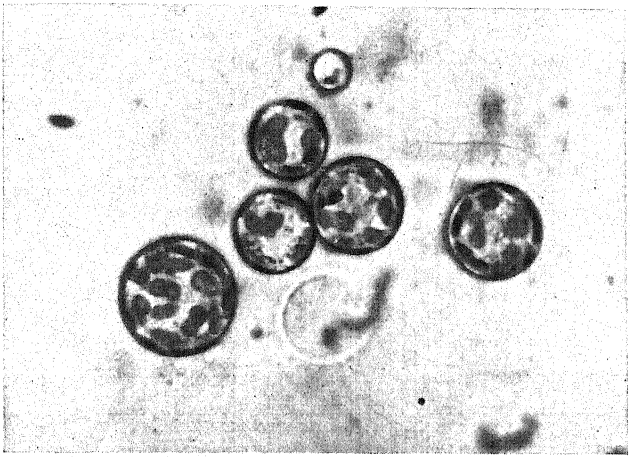


Fig. 259. *Botrydiopsis intercedens:* heranwachsende Zellen, Chromatophoren in Teilung begriffen.

Zellen wachsen nur langsam heran und schreiten dann meistens wieder zur Bildung von vier, seltener acht Autosporen. In diesem Zustand ist die Alge völlig *Pleurochloris*-artig und von mir auch zunächst als eine Art dieser Gattung betrachtet worden. Diese kleinen Zellen sind kugelig, besitzen zunächst zwei, später mehr bis viele Chromatophoren und werden zwölf bis fünfzehn μ groß, um wieder zur Autosporenbildung zu schreiten. Das kann sich durch viele Generationen hin fortsetzen und der *Botrydiopsis*-charakter ist in diesem Zustand völlig verwischt.

Die großen Zellen besitzen im Gegensatz zu den kleinen, etwas derberwandigen Zellen eine zartere Membran, sehr zahlreiche, oft polygonal aneinander schließende Chromatophoren, grobmaschiges, wabiges Binnenplasma mit Exkretöl und die Chromatophoren meist im peripheren Plasma. Während die kleineren

Zellen nur selten zur Schwärmerbildung schreiten, tritt bei den größeren Zellen Schwärmerbildung recht häufig auf. Sie werden bis über 300 in einer Zelle gebildet, sind schief länglich, vorn abgeschrägt mit zwei Chromatophoren, von denen der bauchständige vorne ein Stigma hat (eine etwa körperlange Hauptgeißel und eine Nebengeißel, welche nur ein Fünftel der Hauptgeißel mißt). Ausgesprochene Amöboidie wurde nicht beobachtet. Im Besitz des Stigmas liegt ein wichtiger Unterschied, siehe Fig. 262, gegenüber *Botrydiopsis arhiza*. Die Schwärmer kommen bald zur Ruhe und bilden zunächst Zellen

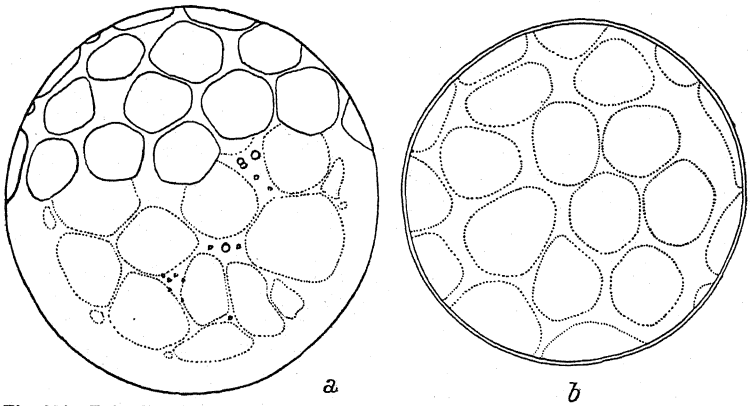


Fig. 260. *Botrydiopsis intercedens: a* Zelle im unteren Teil im optischen Schnitt, wabiges Zentralplasma, im peripheren, konsistenteren Plasma Chromatophoren nicht eingezeichnet; *b* etwas größere Zelle.

mit mehr binnenständigen Chromatophoren. Gelegentlich ist auch in den großen Zellen Autosporenbildung. Auffallend ist der Umstand, daß in solchen großen Zellen (siehe Fig. 262c) die Autosporen auch sehr ungleich groß sein können.

Die eigenartigen Membranverdickungen, die gelegentlich bei *Botrydiopsis arhiza* auftreten, konnten nicht beobachtet werden.

Die Autosporen treten in traubigen Massen aus, haften aber nicht selten oft noch längere Zeit aneinander. Falls nur Autosporen gebildet werden, kann es zu vorübergehenden, ja auch dauernden *Chlorellidium*-artigen Verbänden kommen. Aber auch die vielen in größeren Zellen gebildeten Autosporen können längere Zeit aneinander haften bleiben und bilden dann Verbände, die sehr leicht mit *Botryochloris* verwechselt werden können. Unter bestimmten Kulturbedingungen (auf steriler Erde nach W. Vischer) können sehr dickwandige Zellen entstehen.

Bemerkt sei bei dieser Form der Zusammenhang der fettigen Degeneration mit Eisenauflagerungen auf die Membran, der auch bei anderen Algen z. B. *Ophiocytium* und *Tribonema* festgestellt werden konnte. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die

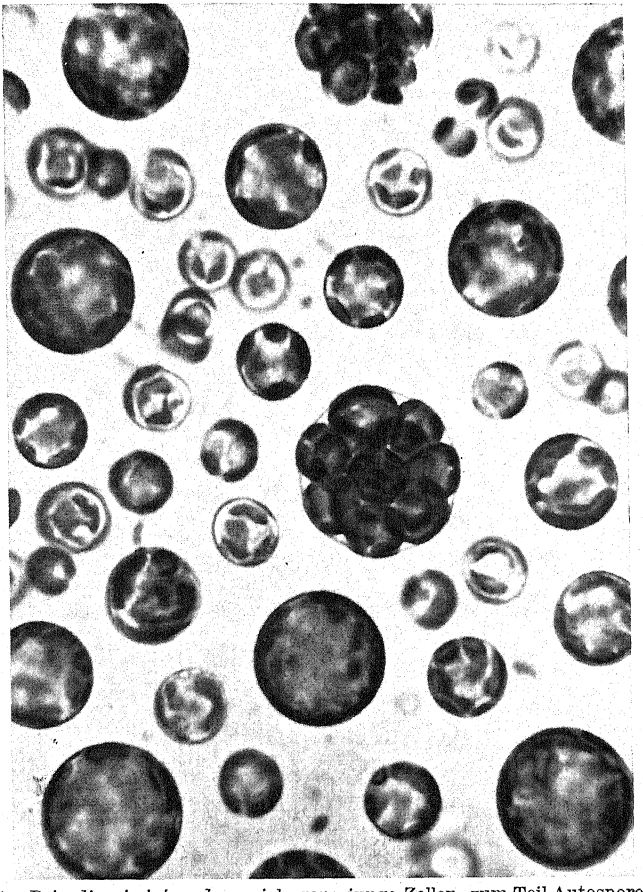


Fig. 261. *Botrydiopsis intercedens:* viele ganz junge Zellen, zum Teil Autosporen, zum Teil aus Schwärmern hervorgegangen (diese mit mehr binnenständigen Chromatophoren), heranwachsende Zellen, annähernd in der Mitte Autosporenbildung.

Eisenauflagerungen in einer gewissen Regelmäßigkeit auf der Zelle verteilt sind.

Die Alge wurde im Freien bis jetzt nicht beobachtet und liegt nur in Kulturen vor. Sie sei wegen ihres bedeutenden Größenwachstums zu *Botrydiopsis* gestellt und als ***Botrydiopsis intercedens*** bezeichnet (Fig. 209, 210, 258–265).

Es lagen mir zunächst nur kleinzellige, *Pleurochloris*-artige Ausbildungen vor. Deshalb und weil diese kleinen, *Pleurochloris*-artigen Ausbildungen ziemlich dickwandig waren, wurde in manchen Listen diese Alge als *Pleurochloris pachychlamys* geführt. Dieser Name, ohne Beschreibung gegeben, ist aufzulassen. Die *Botrydiopsis*-artigen Ausbildungen konnten sowohl in Basel (W. VISCHER) als auch in Prag beobachtet werden.

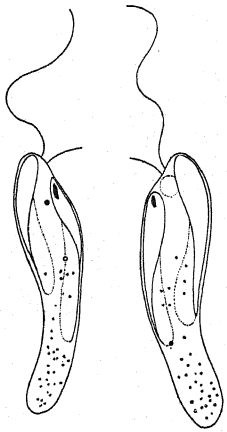


Fig. 262. *Botrydiopsis intercedens:* Schwärmer.

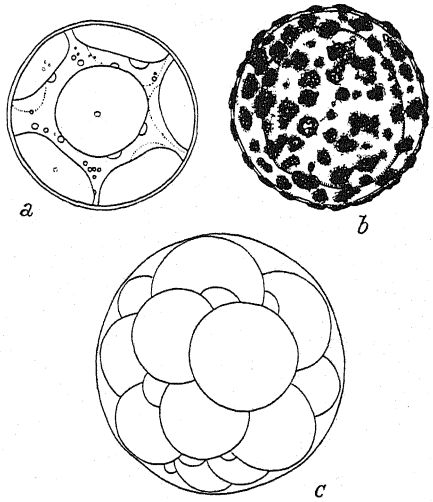


Fig. 263. *Botrydiopsis intercedens: a* jüngere Zellen; *b* jüngere Zelle mit Eisenauflagerungen, fettige Degeneration, in der Mitte großer Öltropfen (vergl. Fig. 265); *c* Autosporenbildung; beachte in diesem Falle die ungemein schwankende Größe der Autosporen.

Neben *Botrydiopsis arhiza* sind noch beschrieben:

Botrydiopsis eriensis SNOW, *B. minor* (SCHMIDLE??) em. CHODAT, *B. oleacea* SNOW, *B. turfosa* PASCHER.

Zu ***Botrydiopsis turfosa*** PASCHER ist zu bemerken, daß, wie oben erwähnt, *B. arhiza* bei ungünstigen Verhältnissen brotlaibartig werden kann. Die Alge befindet sich dann, wie auch die gelappten Chromatophoren zeigen, in schlechtem Zustande. Ich fand diese Form bis jetzt in Moorgräben mit auffallend niedrigem p_H-Wert. Die Art ist nach Aufdeckung dieses Zusammenhanges ganz zu streichen.

Botrydiopsis eriensis SNOW (Fig. 266) (1903, U. S. A. Fish. Commiss. Bull. von 1902, S. 384, Taf., Fig. 1–5, vgl. PASCHER, Süßwasserfl. **11**, S. 44, Fig. 26a, S. 43). Eine sehr frag-

liche Art. Nach der Beschreibung SNOWs sind die Zellen 18 bis 21 μ groß und die amöboiden Schwärmer (zwei Chromatophoren und Augenfleck) weichen nicht auffällig von den *B. arhiza*-Schwärmern ab. Da die Zellgröße auch bei *B. arhiza* sehr schwankt, so bleibt als Unterschied nur: Stigma bei den Schwärmern von *B. eriensis*, kein Stigma bei *B. arhiza*. Die Art muß neu geprüft werden. Im übrigen gibt SMITH (Freshw. Alg. U. S. A. Fig. 54, S. 149) für die Schwärmer der von ihm abgebildeten *B. arhiza* deutlich ein Stigma an.

HOLLERBACH gibt (1936, S. 270) für Sand- und Lehmböden Rußlands ebenfalls *Botrydiopsis eriensis* an. Im Gegensatz zu SNOW fand er kein Stigma an den Schwärmern und auch die Größe der vegetativen Zellen stimmte nicht ganz mit den SNOWschen Angaben überein (nach SNOW —18–23 μ, nach HOLLERBACH 6,3 bis 17,5 μ). Es erscheint mir nicht ausgeschlossen, daß HOLLERBACH eine Form vor sich hatte, die der *Botrydiopsis intercedens* nahesteht oder der Form, die JAMES als *B. minor* angegeben hat.

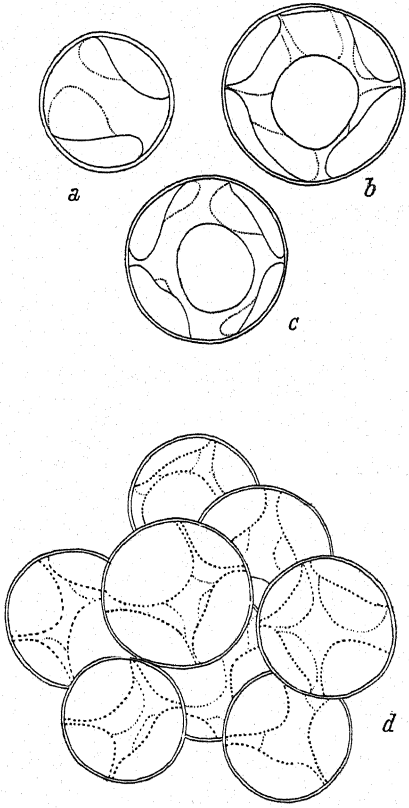


Fig. 264. *Botrydiopsis intercedens: a, b, c* Autosporen und junge Zellen; *d* traubig aneinander haftende, *Botryochloris*-artige Verbände, gebildet von jungen Zellen der *Botrydiopsis intercedens*.

Für letztere Annahme spricht HOLLERBACHS Angabe von Membranverdickungen, gegen erstere Annahme das Fehlen des Stigma. Jedenfalls bedürfen vor allem die Erdformen unter den *Botrydiopsis*-arten einer kritischen und klaren Erfassung.

Botrydiopsis oleacea SNOW (a. a. O., S. 385, Taf. Fig. 1–8) gehört aller Wahrscheinlichkeit nach überhaupt nicht zu den Heterokonten. Ungenügend beschrieben.

Botrydiopsis minor (SCHMIDLE) CHODAT ist — soweit es sich um die von CHODAT reinkultivierte Alge handelt, nach den Untersuchungen von J. PETROVÁ (1931) (Beih. Bot. Centralbl. 48, I, S. 220–228) eine Protococcale, die zu *Dictyococcus* bzw. *Bracteococcus* (*Dictyococcus* [*Bracteococcus*] *minor*)

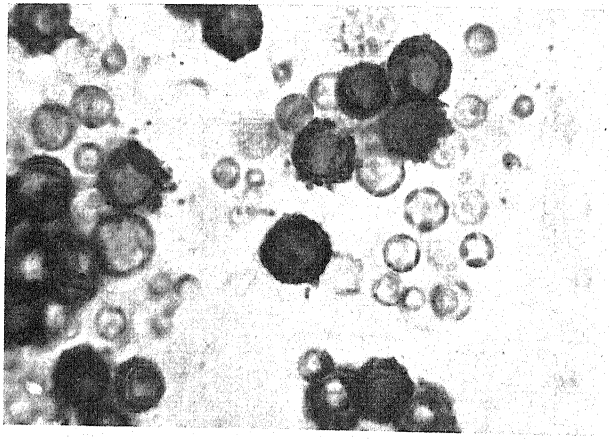


Fig. 265. *Botrydiopsis intercedens:* junge Zellen mit Eisenauflagerungen und in fettiger Degeneration begriffen (vergl. Fig. 263).

zu stellen ist. Die Alge hat rein grüne Chromatophoren und führt Stärke. CHODAT und POULTON (1925, S. 14–17) haben richtig beobachtet, daß die beiden Geißeln etwas ungleich sind. Es handelt sich aber um Peitschengeißeln. Da die

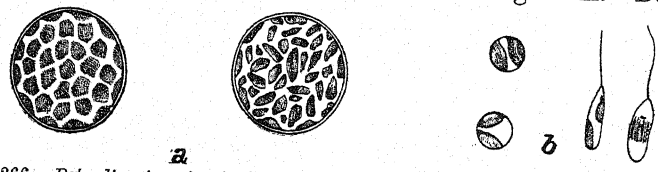


Fig. 266. *Botrydiopsis eriensis* SNOW: vegetative Zellen, daneben Schwärmer mit dem punktförmigen Stigma (nach SNOW).

Schwärmer ausgesprochen dorsiventral sind, ist die ungleiche Länge der beiden medianen Geißeln nichts Ungewöhnliches.

Der Name „*minor*" ist auch deshalb aufzulassen, weil nicht feststellbar ist, was damit gemeint war. CHODAT übernahm den Namen für die von ihm reingezüchtete Alge, die er dann als *Botrydiopsis minor* bezeichnete. Da sie keine Heterokonte ist, besteht für diese Alge auch der Name *Botrydiopsis* nicht mit Recht. Leider war das Zitat der SCHMIDLEschen Be-

schreibung nicht zu erfahren. Wahrscheinlich führt CHODAT SCHMIDLE irrtümlich als Autor an.

Der Name *Botrydiopsis minor* ist also völlig zu streichen. Die von anderen Autoren als *B. minor* bestimmten und in Florenlisten angegebenen Algen beziehen sich entweder auf

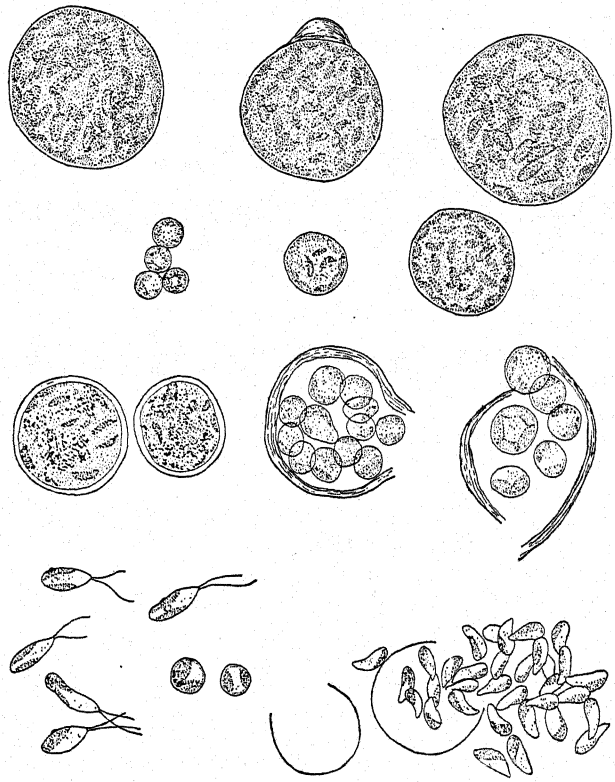


Fig. 267. *Botrydiopsis „minor"* JAMES: oben: drei vegetative Zellen, die mittlere mit einer einseitigen Membranverdickung, die auch bei *Botrydiopsis arhiza* auftritt, vgl. Fig. 113, S. 140. Dritte Reihe die ersten beiden Zellen im Beginn der Schwärmerbildung; unterste Reihe: Freiwerden der Schwärmer und einzelne Schwärmer vergrößert; dazu junge Zellen, die aus Schwärmern hervorgegangen sind. Dritte Reihe rechts: Autosporenbildung. Zweite Reihe: Größenwachstum junger Zellen (nach JAMES).

Pleurochloris bzw. *Chloridella* (wenn kein besonderes Größenwachstum vorhanden ist) oder auf noch unbeschriebene *Botrydiopsis*-arten oder sind überhaupt keine Heterokonten. So hat in letzter Zeit [1935] JAMES (Beih. Bot. Centralbl. **53**, A, 537) eine *Botrydiopsis minor* abgebildet und beschrieben. Die Alge stammte aus Kulturen, die mit Erde aus lockeren Sand-

böden Englands angelegt wurden. Zellen 14–16 μ, bis schließlich 20–33 μ groß; in der Jugend dünnwandig und im Alter dickwandig (Fig. 267). Ganz junge Zellen messen nur 6–8 μ. Die Chromatophoren wurden bei Säurezusatz blaugrün, Stärke war nicht nachweisbar. Gelegentlich traten einseitige, derbe Membranverdickungen auf. Die Geißeln der Schwärmer hatten zwei, nicht sehr ungleiche Geißeln, der Augenfleck lag mehr hinter der Mitte. Aplanosporen bzw. Autosporen kamen vor. Diese Art ist ebenfalls sehr unsicher.

Auch VISCHER (Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** [1936] 402) hält die Zugehörigkeit dieser Alge zu den Heterokonten nicht für völlig gesichert. Auffallend ist die Feststellung, daß der Augenfleck gegen das Hinterende der Schwärmer verlagert ist, was im Widerspruch steht zur Stigmalage aller bekannten Heterokontenschwärmer. Auch die Geißelstruktur (nach ZIEHL-NIELSSEN) läßt sich nicht auf Heterokonten beziehen: Geißeln an der Basis dicker, gegen das Vorderende spitz zulaufend (gelungene Präparate vorausgesetzt). Dagegen kommt die einseitige Membranverdickung von *Botrydiopsis* aber auch bei anderen Algen vor.

In seiner Zusammenstellung der Erdalgen (Arch. Mikrob. **7** [1936] 960) führt FEHÉR ebenfalls eine *Botrydiopsis minor* an; Zellen einzeln, kugelig, 8–10 μ groß, Chromatophoren zwei bis drei, klein. Aus Waldboden. Entweder eine *Pleurochloris* oder eine *Chloridella*.

Des weiteren gibt FEHÉR in der gleichen Arbeit, am gleichem Orte, eine ***Bortrydiopsis cuprea*** nov. spec. ohne Beschreibung an. Nach freundlicher, schriftlicher Mitteilung handelt es sich um eine Alge mit zweiteiliger Membran und abgeplatteten elliptischen Chromatophoren. Die Alge ist oft kupferbraun gefärbt (Membran- oder Chromatophoren-färbung ?).

Aus Waldboden kultiviert. Falls es sich tatsächlich um eine Heterokonte handelt, ist diese Alge wegen der Zweiteiligkeit der Membran bei *Diachros* einzustellen.

7. Excentrochloris (Fig. 268, 269).

(Excentro = wegen des einseitigen Membranzapfens, ἡ χλωρηίς = die Grüne.)

Zellen im erwachsenen Zustand unregelmäßig ellipsoidisch oder unregelmäßig und sehr stumpf-polyedrisch, birnförmig oder sehr unregelmäßig wurstförmig oft mit lokalen Einschnürungen und auffallend groß. Membran dünn bis sehr

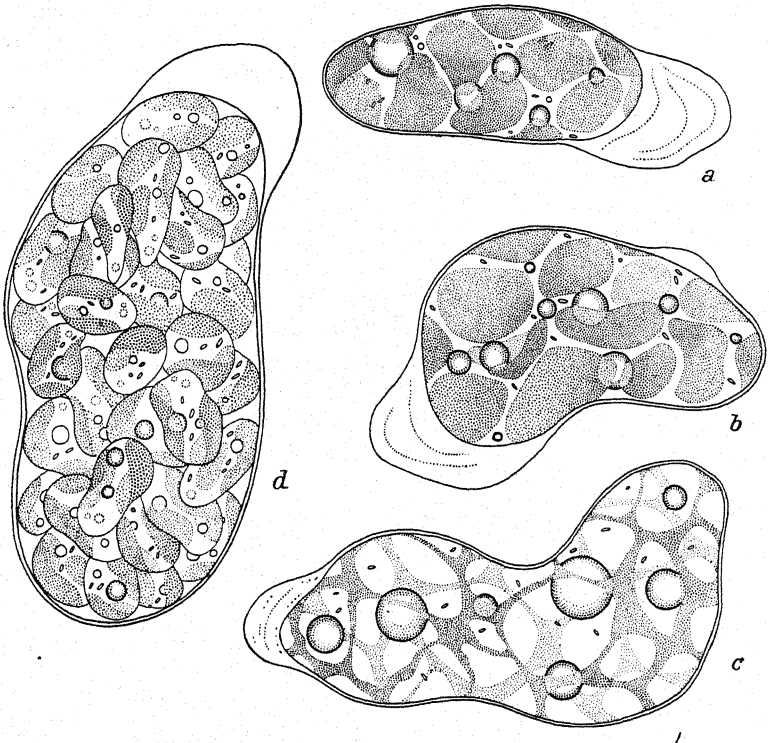
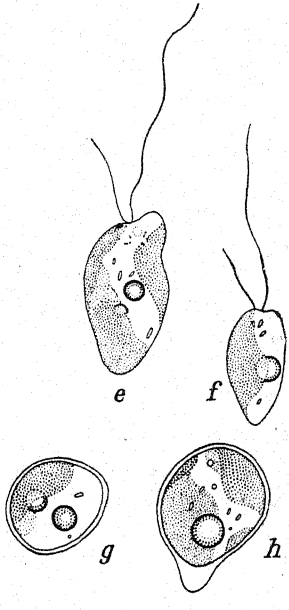


Fig. 268. *Excentrochloris gigas: b, c* vegetative Zellen; *a, b* scheibchenförmige Chromatophoren; *c* Chromatophoren netzartig verbunden; *d* das periphere Plasma in zahlreiche Schwärmer aufgeteilt; *e, f* frei gewordene Schwärmer, beachte die verschiedene Größe und die verschiedene Zahl der Chromatophoren; bei *f* Stigma nicht eingezeichnet; *g, h* junge, aus den Schwärmern entstandene Zelle, bei *h* bereits Beginn der einseitigen Membranverdickung.



derb, an einem Ende der Zelle sehr stark verdickt und geschichtet. Verdickung oft so stark, daß es zur Bildung eines kleinen stielförmigen Fortsatzes kommt. Skulptur der Membran nicht beobachtet. Gelegentlich liegt um die Zelle eine zarte Gallerthülle, die aber niemals so stark entwickelt ist, daß ausgewachsene Zellen zu mehreren durch Gallerte verbunden wären. Chromatophorenapparat in seiner Ausbil-

dung sehr wechselnd, entweder mehrere bis viel größere oder kleinere, scheibchenförmige, wandständige Chromatophoren vorhanden, die manchmal so dicht stehen, daß sie sich polygonal begrenzen. Manchmal aber der Chromatophorenapparat als breitmaschiges Netzwerk ausgebildet, das oft so mächtig entwickelt ist, daß nur lochförmige Aussparungen vorhanden sind. Von diesem Extrem bis zu zarten netzförmigen Chromatophoren alle Übergänge. Es scheint, daß die Chromatophoren nach beiden Richtungen hin sich verändern können. Pyrenoide fehlen. Rote Öltropfen oft in großer Menge gebildet; meist knapp vor der Schwärmer- oder Sporenbildung in größeren Mengen ausgeschieden und schließlich zurückgelassen. „Gallertkörperchen" gewöhnlich in jungen Zellen und dann polar an jenem Ende der Zelle sehr stark gehäuft, bei dem die Membranverdickung erfolgt. Zellen in der Jugend einkernig, im Alter mehrkernig.

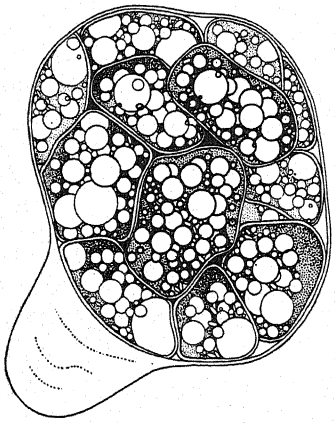


Fig. 269. *Excentrochloris gigas:* der Zellinhalt in mehrere große Cysten aufgeteilt.

Vermehrung durch Bildung von sehr zahlreichen (gewiß gelegentlich bis über 100) Schwärmern, welche in ihrer Größe recht schwanken können und in der auf S. 308, 309 angegebenen Weise aus dem peripheren Plasma ausgeschnitten werden.

Kleine Schwärmer mit nur einem, große Schwärmer mit mehreren Chromatophoren. Schwärmer vorn sehr stark abgeschrägt mit sehr amöboidem Hinterende. Hauptgeißel bis fast zweimal körperlang, Nebengeißel nur ein Viertel davon messend. Eine kontraktile Vakuole, ein deutliches dunkelrotbraunes Stigma. Schwärmer sehr stark amöboid veränderlich. Nach der Entleerung der Zelle bleibt oft ein mächtiges Zentralplasma über, das zugrunde geht. Die Schwärmer kommen nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe und bilden zunächst eine kleine Zelle, welche sehr bald ihre Kugelform verliert und einseitig wird. Schon an diesen kleinen Zellen verdickt sich an einem Pole die Membran zapfenartig. Die Schwärmer können aber noch vor dem Austritt sich mit einer Membran umgeben, die Zellen sind dann mit sehr vielen, kleinen, sich gegenseitig abplattenden Autosporen angefüllt, die dann zu-

sammen frei werden. Dabei können die Schwärmer innerhalb der Zelle völlig ausgebildet sein und innerhalb der Mutterzelle zu Autosporen werden, oder es kommt nur zur Bildung einkerniger Plasmaportionen, die sich direkt in Autosporen umwandeln und keine Geißeln mehr bilden, aber die kontraktilen Vakuolen haben. Gelegentlich zeigen diese Autosporen schon in der Mutterzelle die Membranverdickungen. Einmal konnten bei *Excentrochloris*-Zellen auch Sporen mit zweiteiliger Membran beobachtet werden; ihre Entstehungsart war aber unbekannt. Gelegentlich zerfällt der Protoplast einer *Excentrochloris*-Zelle in mehrere, große Plasmaportionen, die sich dann mit derben Membranen umgeben und polygonal abplatten. Es entstehen auf diese Weise zwei bis sehr zahlreiche (je nach der Größe der Mutterzelle), oft tiefbraun verfärbte Cysten, in denen viel orangefarbenes Öl und Kristalloide sich befinden (Fig. 269). Die Cysten keimen erst nach längerer Zeit aus und bilden dann wieder viele kleine Schwärmer. Manchmal unterbleibt aber die Verfärbung und Verdickung der Membran, dann entstehen bald innerhalb der Mutterzelle 2–4 große, mehrkernige Tochterzellen, die wie die Autosporen austreten und meist direkt zu vegetativen Zellen heranwachsen.

Bildung einer großen Cyste durch Encystierung des ganzen Plasmas innerhalb einer Zelle wahrscheinlich. Die großen, ob in der Ein- oder Mehrzahl gebildeten Cysten sind aller Wahrscheinlichkeit nach (wie auch die ausgewachsenen vegetativen Zellen) mehrkernig.

Diese eigenartige, großzellige Gattung, die ich nur einmal bis jetzt gefunden habe, zeigt eine bemerkenswerte äußere Ähnlichkeit mit den fast genau so gestalteten Chlorophyceengattungen (Protococcalen) *Kentrosphaera* Borzi[1]) und *Excentrosphaera* Moore, von denen die letztere ebenfalls zahlreiche Chromatophoren hat. Beide bilden Stärke. Durch die unregelmäßige Gestalt und durch den einseitigen Membranzapfen erinnert *Excentrochloris* auch an die Heterococcale *Chlorokoryne* Diese ist aber immer viel kleiner und besitzt immer eine deutlich skulpurierte Membran. Abgesehen davon tritt sie

[1]) Vgl. *Kentrosphaera Bristolae* G. M. Smith, die *Excentrochloris* auch in bezug auf die Chromatophorenausbildung sehr ähnlich ist. Smith, Freshw. Alg. U. S. A. 476, Fig. 318.

gerne in mehrzelligen Gruppen auf, während *Excentrochloris* immer einzeln lebt.

Bis jetzt eine einzige Art bekannt:

Excentrochloris gigas (Fig. 268, 269).

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen ausgewachsen 30–50 μ lang, meistens 20–30 μ breit, doch manchmal auch größer. Schwärmer 6–20 μ messend.

Vorkommen: *Excentrochloris* scheint eine relativ seltene Alge zu sein, die ich nur einmal in größeren Mengen gesehen habe: etwas saure Wiesengräben mit viel *Tribonema* und *Zygnema* in der sog. Neubauerwiese bei Mugrau i. Böhmerwalde (1910). Nicht oligotherm, sondern euthermer Organismus, der für eine ausgiebige Entwicklung vielleicht besonders hohe Sommertemperaturen notwendig hat[1]). Möglicherweise gibt es in den Tropen und Subtropen noch weitere Formen[2]) ?

8. Perone Pascher 1932 (Fig. 270–276).

(ἡ περόνη = der Knopf)

Pascher, Beih. B.C. **49** (1932) 685.

Zellen einzeln, meist auf den grünen Zellen von *Sphagnum*-blättern sitzend (Fig. 267, 268), im entwickelten Zustand behäutet, kugelig bis ellipsoidisch oder abgeplattet ellipsoidisch, seltener unregelmäßig birnenförmig. Membran zart ohne Skulptur. In jungen Zellen, die gewöhnlich noch kugelig und viel kleiner sind als die erwachsenen, großen Zellen (Größenschwankungen zwischen 12 und 60 μ Durchmesser), der Protoplast nicht maschig aufgelöst, sondern gleichmäßig der Membran anliegend mit relativ kleiner Zellsaftvakuole. Große Zellen bereits mit ausgesprochen netzig-wabigem Zentralplasma, das große Maschenstränge bildet und die große Zellsaftvakuole mehr- bis vielfach mit Protoplasmalamellen oder Strängen durchsetzt. Peripher mehr homogenes Plasma. In den zentralen Strängen nicht selten deutliche Plasmabewegung. Chromatophoren in ganz jungen Zellen elliptisch-scheibchenförmig und wandständig, meist nur einer bis wenige. In den großen Zellen sind die

---

[1]) Im Algenbelage der Schilf- und *Typha*-Stengel sah ich ähnliche Formen.

[2]) Aus ägyptischem Nilschlamme erhielt ich (1910) eine Alge, die jungen *Excentrochloris*-zellen sehr ähnlich war und keine Stärke hatte.

Chromatophoren in den peripheren Plasmaansammlungen des Maschenwerkes gehäuft und entweder elliptisch oder aber durch die Zugwirkungen des Plasmas in der Form verändert und manchmal direkt spindelförmig ausgezogen. In extremen Fällen scheint das Maschenwerk des Protoplasten stellenweise fast nur aus den spindelförmigen Chromatophoren zu bestehen, die durch ganz feine fädige Plasmastränge untereinander in Verbindung stehen und ein eigenartiges, oft weites Maschenwerk bilden. Kern in jungen Zellen einer, in erwachsenen

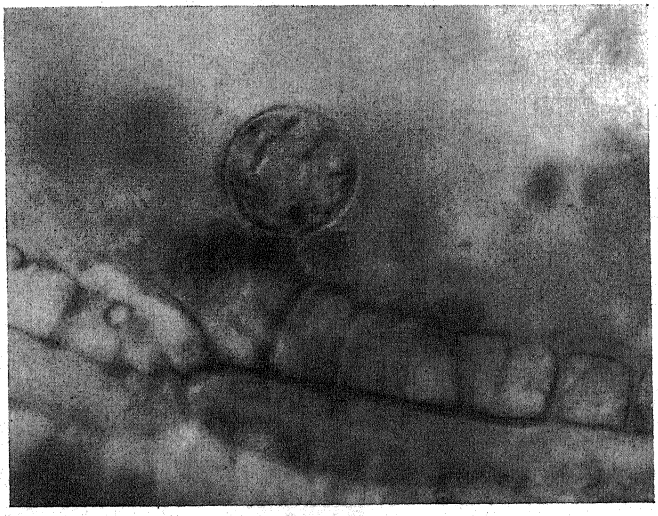


Fig. 270. *Perone dimorpha:* eine junge Zelle auf einem *Sphagnum*-Blatt klebend, der dunkle Fleck rotes Exkretöl.

mehrere. Stigma und kontraktile Vakuolen an den behäuteten Zellen bald verschwindend. Öl und Fett, Leukosin. Gelegentlich Eiweißkristalle, stark lichtbrechende, manchmal stark verquellende kristalloide Stäbchen und nicht selten sehr auffallende rubinrote Öltropfen.

Vermehrung durch Bildung von wenigen bis zahlreichen amöboiden, seltener geißeltragenden Keimen. Die Vermehrung kann in allen Größenklassen der Zellen einsetzen, und daher schwankt die Zahl der gebildeten Keime, maximal werden 64–200 gebildet. In großen Zellen werden die Keime aus dem peripheren Protoplasten, der in den allermeisten Fällen bereits vorher mehrkernig ist, herausgeschnitten, wobei ein grobmaschiges Zentralplasma mit den Zellsaftvakuolen und einzelnen

Chromatophoren übrig bleibt. Meist treten die Keime als kleine Amöben aus. Sie besitzen 1–3 Chromatophoren, ein Stigma und zwei kontraktile Vakuolen. Monadoide Keime

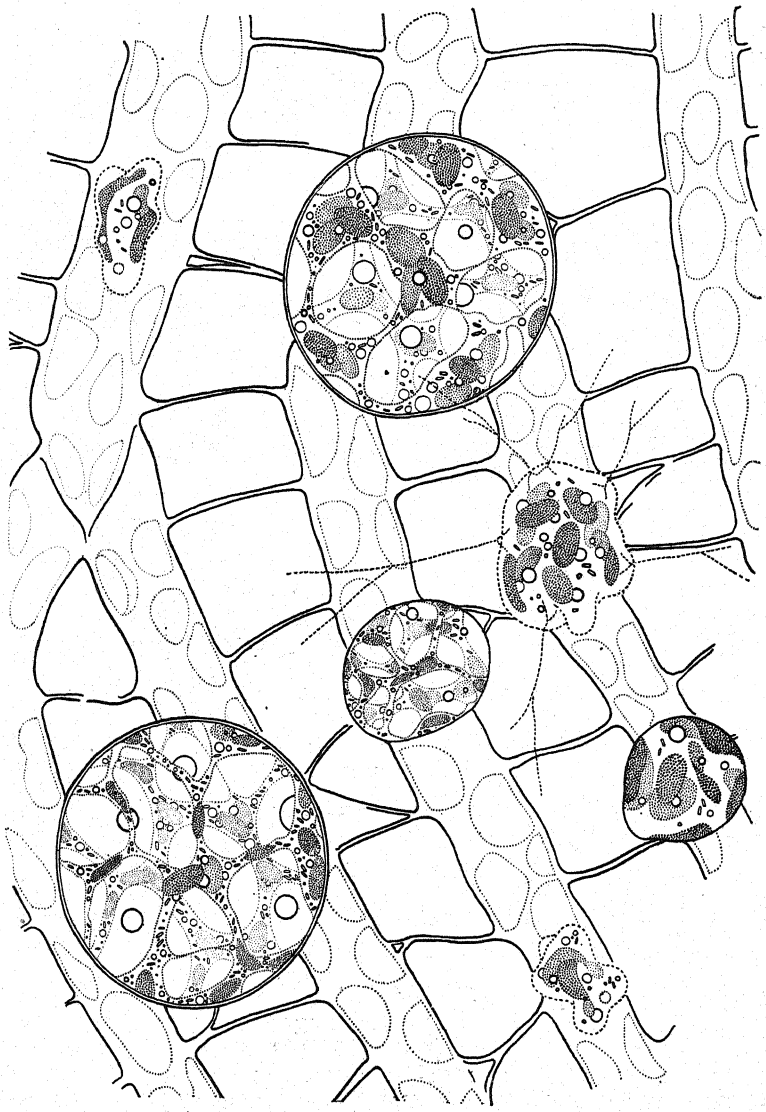


Fig. 271. *Perone dimorpha:* Auf der Oberfläche eines *Shagnum*-Blattes verschiedene Stadien von *Perone* kombiniert. Zwei große *Perone*-Zellen; in den Protoplasmamaschen, die zum Teil spindelförmigen, zum Teil scheibchenförmigen Chromatophoren. Links oben und rechts unten amöboide Stadien, rechts in der Mitte ein herangewachsenes amöboides Stadium mit terminalen Rhizopodien; zwei junge, mit Membran umgebene Zellen; in der einen der Protoplast schon maschenförmig.

besitzen zwei sehr ungleiche Geißeln, sind ausgesprochen dorsiventral gebaut und können in der Größe sehr schwanken. Die Schwärmer wandeln sich aber ebenfalls nach sehr kurzer Zeit in amöboide Stadien um. Die Amöben kriechen nur kurze Zeit herum und setzen sich schließlich an einer grünen Sphagnumzelle fest. Sie bleiben amöboid und entwickeln nun polar Pseudo- und Rhizopodien, an denen die Aufnahme fester Körperchen oft in hohem Grade stattfinden kann. Meist zeigen diese Stadien auch ein ausgesprochenes Wachstum, es kommt zur Vermehrung der Chromatophoren und der kontraktilen Vakuolen und wahrscheinlich auch der Kerne. Teilung wurde

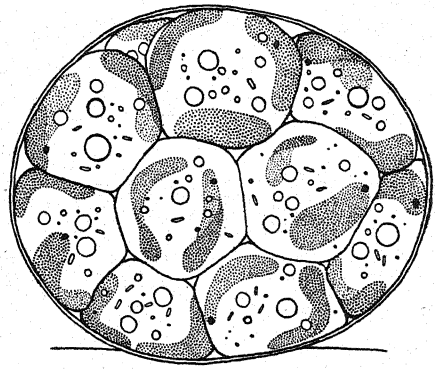


Fig. 272. *Perone dimorpha:* kleinere Zelle, Protoplast für zahlreiche Schwärmer aufgeteilt.

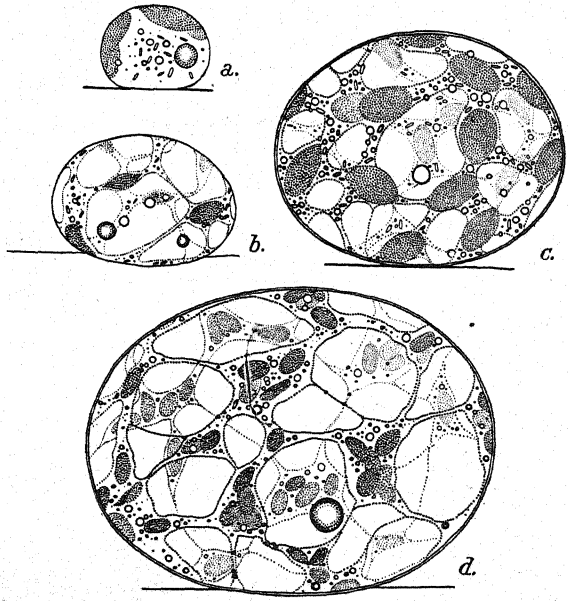


Fig. 273. *Perone dimorpha:* verschiedene Stadien der Entwicklung von *Perone:* *a* behäutete Zelle, welche sich unter Übergehung des rhizopodialen Stadiums direkt aus einem Schwärmer entwickelt hat; *b, c, d* aufeinanderfolgende Stadien des Größenwachstums; *d* schwächer vergrößert wie *a, b, c.*

an diesen festsitzenden, amöboiden Stadien niemals beobachtet. Früher oder später, oft ohne besondere Vergrößerung, oft erst nach intensivem Wachstum werden Pseudo- und Rhizopodien eingezogen: der Organismus rundet sich ab und behäutet sich. Es entstehen dadurch die oben beschriebenen

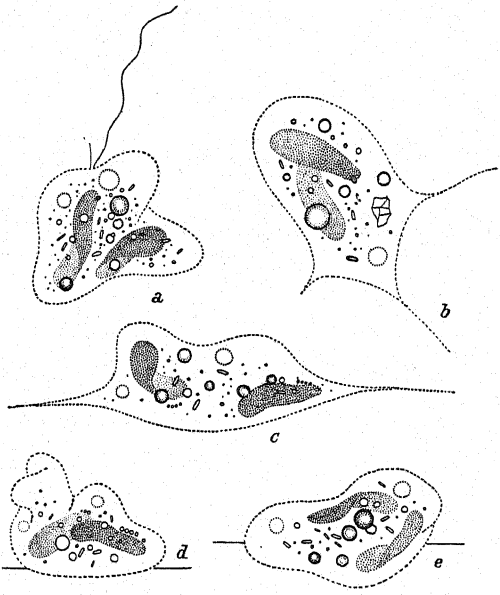


Fig. 274. *Perone dimorpha:* *a* bereits amöboid werdender Schwärmer; *b*, *c* kriechende Amöben; *d*, *e* Amöben, welche sich bereits festgelegt haben.

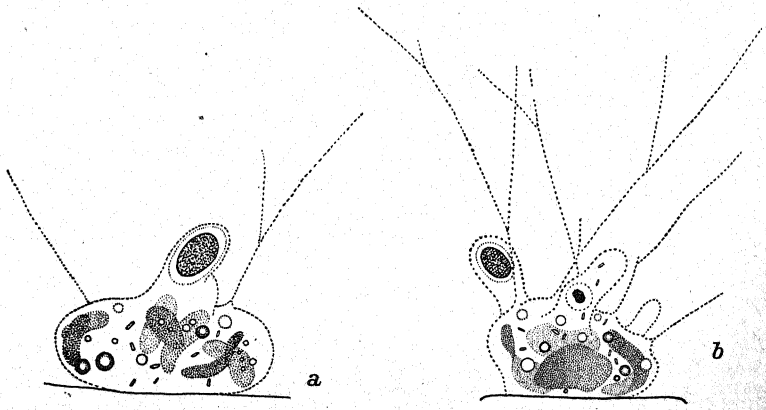


Fig. 275. *Perone dimorpha:* zwei auf einem *Sphagnum*-Blatt sitzende, bereits ziemlich herangewachsene amöboide Stadien, terminale Rhizopodien, in den derben Pseudopodien aufgenommene Algen.

kleinen bis großen Zellen. In den großen Zellen differenziert sich sehr rasch eine Zellsaftvakuole, die Zellen wachsen sehr rasch heran und vermehren die Chromatophoren.

Die Schwärmer können aber auch, wenn auch selten, ohne erst ins amöboide Stadium überzugehen, sich festsetzen und gleich zu kleinen, behäuteten *Perone*-Zellen werden. Auch die Amöben können sich sehr bald abrunden und behäuten. Das rhizopodiale Stadium kann also ganz fehlen oder sehr verkürzt sein.

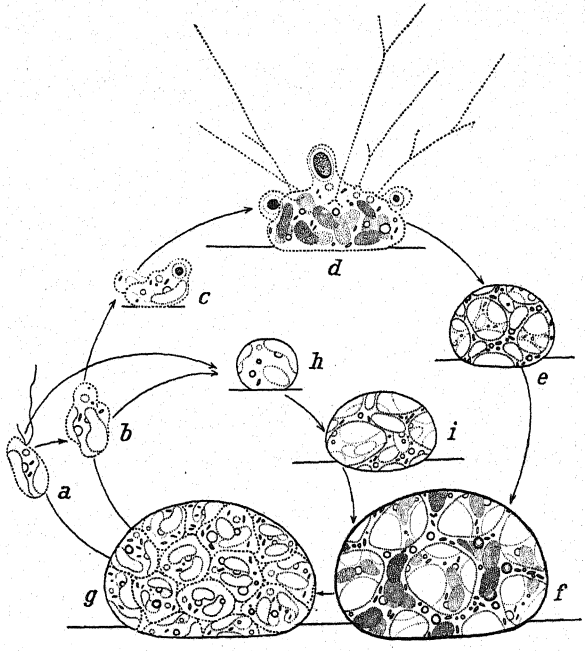


Fig. 276. *Perone dimorpha:* die möglichen Entwicklungsgänge.

Perone weicht von den anderen epiphytischen bzw. festsitzenden Heterococcalen sehr ab und ist unter den anderen festhaftenden Heterococcalen an erwachsenen Zellen durch die eigenartige Struktur des Protoplasten und vielleicht auch durch die Größe kenntlich. Mit ganz jungen Stadien von *Perone* könnten eigentlich nur verwechselt werden jene Arten von *Characiopsis*, die ohne Stiel als kugelförmige Zellen direkt einem Substrat aufsitzen oder einzellige Stadien von *Lutherella*, die tatsächlich ganz jungen *Perone*-Zellen recht nahe kommen können. Doch gibt die Beobachtung der weiteren Entwicklung

leicht Aufschluß: bei *Lutherella* tritt sehr bald Autosporenbildung ein, wobei die kreuzweise stehenden Autosporen sich nicht ablösen, sondern an der Unterlage kleben bleiben, und auf diese Weise kleine epiphytische Vierergruppen bilden.

Perone ist auch deshalb interessant, weil wir es hier mit einer Form zu tun haben, die im entwickelten Zustande ausgesprochen heterococcal ist, einen größeren oder geringeren Teil ihres Lebens aber animalisch lebt. Das geht so weit, daß sogar das Größenwachstum der Zelle bereits großenteils im rhizopodialen Stadium stattfindet. Bemerkt sei, daß rhizopodiale, animalisch lebende, wie kleine Amöben aussehende Entwicklungsstadien auch noch bei einer anderen Heterococcale bekannt sind: bei *Pleurochloris vorax;* nur erfolgt hier das ohnehin meist beschränkte Größenwachstum der Zelle nicht im Jugendstadium, sondern in der behäuteten Ausbildung.

Nach unserem derzeitigen Wissen hat *Perone* keine Parallele bei anderen Algen. Soviel wir wissen, gehen bei den anderen Algenreihen die festsitzenden, rhizopodialen Ausbildungen nur insoweit zum behäuteten Stadium über, als sie Cysten bilden. Wir kennen aber derzeit bei ihnen keine Form, die dann noch einen großen Teil des vegetativen Lebens als nicht rhizopodialer, holophytischer Organismus verbringt.

Von *Perone* ist bis jetzt nur eine einzige Art bekannt:

Perone dimorpha Pascher 1932 (Fig. 270–276).

Pascher, Beih. Bot. Centralbl. **49** (1932) 695.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) Fig. 1, S. 675; 2, S. 676; 3, S. 677; 4, S. 679; 5, S. 680; 6, S. 681; 7, S. 684.

Mit den Merkmalen der Gattung. Die behäuteten Zellen von 13–60 μ Durchmesser. Die kleinen amöboiden oder seltener monadoiden Stadien ca. 7–12–15 μ messend, doch in der Größe auch innerhalb einer Zelle schwankend.

Vorkommen: *Perone dimorpha* wurde bis jetzt nur als Epiphyt auf den grünen Zellen von *Sphagnum*-blättern gefunden, und zwar in den Sphagnumschlenken an untergetauchten Sphagnen bei den Musikantenteichen im Hirschberger Großteichgebiet, um Franzensbad, ferner Böhmerwald. Zusammen mit ihr kamen vor *Porochloris tetragona*, *Octogoniella*, verschiedene Lagynien. Immer waren gleichzeitig vorhanden: verschiedene endophytisch lebende rhizopodiale und beschalte Chrysophyceen. In der letzten Zeit auch aus dem Schwarzwalde und vielleicht auch aus dem Riesengebirge gesehen.

Perone ist sicherlich verbreitet. Es macht aber den Eindruck, als ob sie nur in durchwärmten Lokalitäten und vor allem nur in wärmeren Sommern vorkomme. Da die Zellen nicht sehr festhaften, werden sie durch die übliche Präparation meistens abgestreift. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es noch andere *Perone*-Arten gibt.

Ellipsoideae.

Zellen nicht kugelig, sondern ellipsoidisch eiförmig, walzlich oder spindelförmig bis gestreckt spindelförmig, gerade oder gekrümmt oder auch einseitig entwickelt. An den Enden oft zugespitzt, Membran glatt, wahrscheinlich meistens einteilig.

Die Gattungen dieser Reihe stehen einander sehr nahe und erscheinen förmlich durch Zwischenformen verbunden. So gibt es morphologische Übergänge von *Ellipsoidion* zu *Monallantus* und von beiden zu *Nephrodiella* bzw. zu *Monodus*. *Monodus* und *Chlorocloster* erscheinen ebenfalls von beiden Seiten her durch bestimmte Arten verbunden, ebenso *Chlorocloster* und *Pleurogaster*. Auch *Pleurogaster* und *Prismatella* stehen einander nicht ferne. Die scharfe Trennung der hier angeführten Gattungen stößt auf Schwierigkeiten. Ihre Umgrenzung ist zum Teil noch künstlich.

Die Längenentwickelung fällt hier in die Achse der Polarität herein. Das muß nicht immer sein, so ist z. B. bei *Arachnochloris depressa* gerade die Achse der Polarität am wenigsten betont und der Querdurchmesser deutlich größer als der „Längs"durchmesser.

I. Zelle eiförmig bis kurz ellipsoidisch.
  1. Beide Enden gleich . . . . . **Ellipsoidion *9.***
  2. Beide Enden verschieden, ein Ende oft spitz . . . **Monodus *10.***

II. Zellen anders gestaltet.
  1. Kurz walzlich[1]).
    A. Kurz und gerade walzlich mit geraden Enden **Monallanthus *11.***
    B. Mehr oder weniger gekrümmt bis nierenförmig **Nephrodiella *12.***
  2. Mehr spindelförmig bis gestreckt spindelförmig[1]).
    A. Meist lang spindelförmig, oft gekrümmt . . **Chlorocloster *13.***

---

[1]) Der Schlüssel reicht nicht aus. Figuren und Beschreibungen vergleichen! Die Gattungen gehen z. T. ineinander über. Siehe auch die koloniale *Raphidiella*, die auch einzellig vorkommt, oder die meist vierzellige *Tetraktis*.

B. Kurz spindelförmig.
a. Auf einer Seite sehr einseitig ausgebaucht, an beiden Enden mit Membranwarzen . . . . . **Pleurogaster *14.***
b. Nicht einseitig ausgebaucht.
α. Im optischen Längsschnitt stumpf (oft recht ungleichseitig) rhombisch, im Querschnitt elliptisch **Rhomboidella *15.***
β. Im optischen Längsschnitt unregelmäßig sechseckig, oft mit verlängerten Enden, im Querschnitt schief vierkantig **Prismatella *16.***

9. Ellipsoidion (Fig. 277–288).

(Name nach der ellipsoidischen Gestalt der Zellen)

Zellen einzeln lebend oder nur vorübergehend durch die erweiterten, verschleimten Mutterzellmembranen zusammengehalten; niemals kugelig, sondern immer eiförmig oder kurz bis etwa gestreckt elliptisch bis ellipsoidisch, manchmal deutlich gegen die Enden verschmälert, niemals walzlich. Membran zart bis derb, nicht skulpturiert, manchmal mit einer leichten Gallerthülle versehen (vielleicht bei manchen Arten zweiteilig). Chromatophor einer oder mehrere; wenn einer, so mulden-, ring- bis topfförmig, wandständig; wenn mehrere, so regelmäßig bis unregelmäßig scheibchenförmig. Bei einer Art (mit einem Chromatophoren) Pyrenoid vorhanden. Die anderen bis jetzt bekannten Arten pyrenoidfrei. Öle und Fette sowie Leukosin, ferner kleine Tröpfchen des roten Exkretöles sowie Gallertkörperchen.

Vermehrung, soweit beobachtet, durch Bildung von zwei oder vier, sehr selten von acht behäuteten Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle. Diese Tochterzellen (Autosporen) nehmen vielfach bereits innerhalb der Mutterzelle ihre charakteristische Gestalt an, soweit sie nicht passiv abgeplattet werden. Sie werden durch Verschleimung bzw. Aufreißen der Mutterzellmembran frei und werden dann noch eine Zeitlang zusammengehalten, bis sie sich wieder isolieren. Schwärmerbildung nur bei einer Art festgestellt, wohl verbreiteter, da die Teilprotoplasten vor ihrer Behäutung noch kontaktile Vakuolen haben können. Bei einer Art Sporenbildung beobachtet: der Inhalt der Zelle an einem Ende zusammengezogen und mit einer derben, vielleicht zweiteiligen Membran umgeben. Andere Stadien nicht beobachtet.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß einzelne *Ellipsoidion*-arten eine zweiteilige Membran haben. Um die entleerten Autosporen

sind bei *Ellipsoidion regulare* sowie bei *Ellipsoidion simplex* manchmal zwei Membranfetzen zu sehen, die vielleicht so zu deuten sind. Da die Membranen oft sehr zart sind, ist eine sichere Entscheidung nicht möglich gewesen.

Ellipsoidion ist eine künstliche Gattung, die unter den nicht skulpturierten Heterococcalen eben alle einzeln lebenden, nicht kugeligen (*Pleurochloris*, *Chloridella*) und auch nicht ausgesprochen walzlichen (*Monallantus*), sondern ellipsoidischen bis eiförmigen Formen umfaßt. *Ellipsoidion* steht sicher *Monodus* und *Monallantus* sehr nahe und erscheint durch manche Formen direkt mit ihm verbunden. Ob die meisten *Ellipsoidion*-Arten wirklich nur autosporin sind oder ob es noch mehr Formen gibt, welche auch Schwärmer bilden können, ist nicht sichergestellt. Einschlägige Untersuchungen müssen erweisen, inwieweit die Formen mit Schwärmerbildung als eigene Gattung zusammengefaßt werden müssen.

Ellipsoidion-Arten können sehr leicht mit der Protococcalen-Gattung *Oocystis* verwechselt werden, um so mehr, als auch viele *Oocystis*-Arten kein Pyrenoid und andere wieder zahlreiche plättchenförmige Chromatophoren haben (*Oocystis Borgei*; *O. crassa*; *O. eremosphaerae*). Auch *Stichococus* ist ähnlich.

Bestimmungsschlüssel[1]).

I. Zellen ellipsoidisch, beide Enden meist gleich.
  1. Zellen sehr klein, 2–4 μ dick.
    A. Zellen sehr kurz ellipsoidisch.
      a. Zellen ca. 2 μ dick, 3–6 μ lang, Chromatophor sehr klein **Ellipsoidion perminimum** *1.*
      b. Zelle meist 4 μ dick, meist zwei gut entwickelte Chromatophoren . . . . . **Ellipsoidion oocystoides** *2.*
    B. Zellen gestreckter ellipsoidisch mit mehreren Chromatophoren **Ellipsoidion stichococcoides** *3.*
  2. Zellen größer, bis 10 μ dick
    A. Zellen gegen die Enden nicht deutlich bis geradlinig verschmälert.
      a. Ein Chromatophor.
        α. Topfförmiger Chromatophor mit Pyrenoid[2]). **Ellipsoidion solitare** *4.*
        β. Ringförmiger Chromatophor ohne Pyrenoid **Ellipsoidion anulatum** *5.*
      b. Mehrere Chromatophoren . . . . **Ellipsoidion regulare** *6.*

[1]) Vgl. die im Anhange beschriebenen Arten, die hier nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

[2]) Können vereinzelt auch leicht eiförmige Gestalt haben (s. Fig. 280 *b*).

B. Zellen gegen die Enden deutlich, bis fast geradlinig verschmälert.
a. Zellen zartwandig, bogig verschmälert, oft fast spitz endend **Ellipsoidion simplex** 7.
b. Zellen derbwandig; beiderseits fast geradlinig, fast „rhombisch" verschmälert, an den Enden meist breit abgerundet **Ellipsoidion pulchrum** 8.
II. Zellen mehr eiförmig[1]) . . . . . **Ellipsoidion ovoideum** 9.

1. Ellipsoidion perminimum (Fig. 277).

Zellen regelmäßig ellipsoidisch bis schief oder mit einer geraden Fläche, manchmal leicht gekrümmt, $1^1/_2$mal so lang als breit oder ein wenig länger, an den Enden breit abgerundet und nicht gegen die Enden verschmälert. Haut sehr leicht verschleimend. Chromatophor einer, sehr klein, manchmal fast farblos, muldenförmig, wandständig, vielleicht in Rückbildung begriffen. Kein Pyrenoid. Bildung von 2–4 Autosporen, die oft lange durch die Mutterzellhaut zusammengehalten werden. Andere Stadien nicht gesehen. Diese Alge verträgt das direkte Austrocknen.

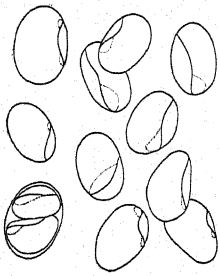


Fig. 277. *Ellipsoidion perminimum:* Beachte die auffallend kleinen Chromatophoren.

Zelle 2 μ dick, 3–6 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht sehr verbreiteter Organismus, der sowohl als „Luft"- wie auch als Wasseralge lebt. Wird sicher zumeist für eine kleine *Stichococcus*- oder *Chlorella*-artige Alge gehalten. Häufiger auch an stickstoffreichen Plätzen. Aus flachen Tümpeln, am Grunde von Bäumen, bes. Allee- und Wirtshausbäumen usw. (1930).

2. Ellipsoidion oocystoides (Fig. 278).

Zellen ausgesprochen und gleichmäßig ellipsoidisch, an den Enden breit abgerundet, manchmal leicht schief, ca. $1^1/_2$mal so lang als breit. Membran sehr zart, doch anscheinend nicht leicht verschleimend, infolgedessen auch die Einzelzellen nur selten in länger dauernden Zusammenlagerungen. Chromatophoren einer oder meist zwei, im letzteren Falle oft sehr ungleich groß; wandständig, mulden- bis bandförmig, oft sehr blaß. Im allgemeinen relativ klein, gelegentlich in größeren Zellen (Teilungshemmung ?)

[1]) Falls Pyrenoid vorhanden, vergleiche 4, *Ellipsoidion solitare,* das ebenfalls gelegentlich eiförmige Zellen bildet.

mehrere Chromatophoren. Rote Öltröpfchen nicht selten. Vermehrung bis jetzt nur in der Form von Autosporen beobachtet. Diese zu 2–8 gebildet, auch in der Jugend ohne kontraktile Vakuolen. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen höchstens 4 μ dick bis 7 μ lang. Abnorm große Zellen bis 12 μ (Teilungshemmung?).

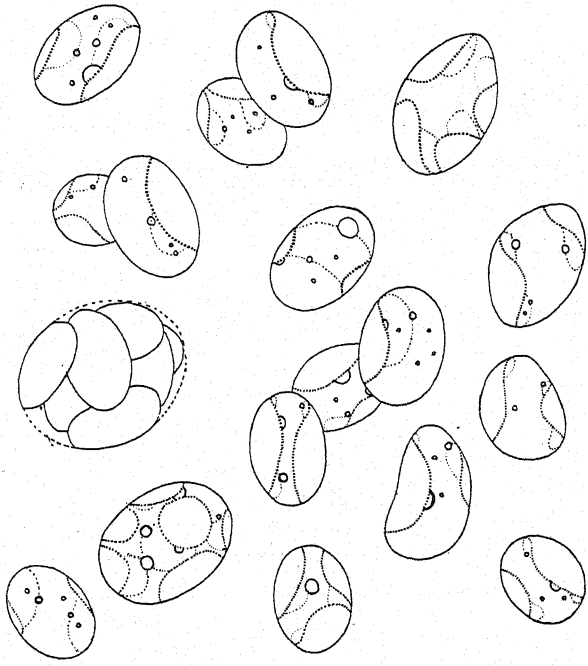


Fig. 278. *Ellipsoidion oocystoides:* verschiedene Zellformen, darunter einige auffallend große Zellen, die zum Teil mehrere Chromatophoren haben (Teilungshemmung!); beachte die verschiedene Form der Chromatophoren.

Vorkommen: Vielleicht sehr verbreitete Alge saurer Gewässer, die aber wegen ihrer Kleinheit immer übersehen wird, um so mehr, als sie keine vielzelligen Zusammenlagerungen bildet. Aus sauren Wiesenbächen bei Mugrau im Böhmerwalde, aus dem Jordangraben und vom Ufer des Hirnsener Teiches bei Hirschberg, um Franzensbad und in einer Algenprobe aus dem Riesengebirge, die Prof. V. Beck seinerzeit untersuchte (1927).

3. Ellipsoidion stichococcoides (Fig. 279).

Zellen zu allermeist sehr regelmäßig gestreckt ellipsoidisch, 2–2$^1/_2$mal so lang als dick, an beiden Enden gleichmäßig und schön,

manchmal fast flach, abgerundet. Gelegentlich sind die Enden etwas voneinander verschieden. Manchmal sind die Zellen etwas schief oder in verschiedener Weise birnförmig oder ganz unregelmäßig. Membran immer sehr zart, ohne alle Verdickungen. Gelegentlich wird aber eine Verdickung dadurch vorgetäuscht, daß der Protoplast an einem Ende etwas von der Membran ab-

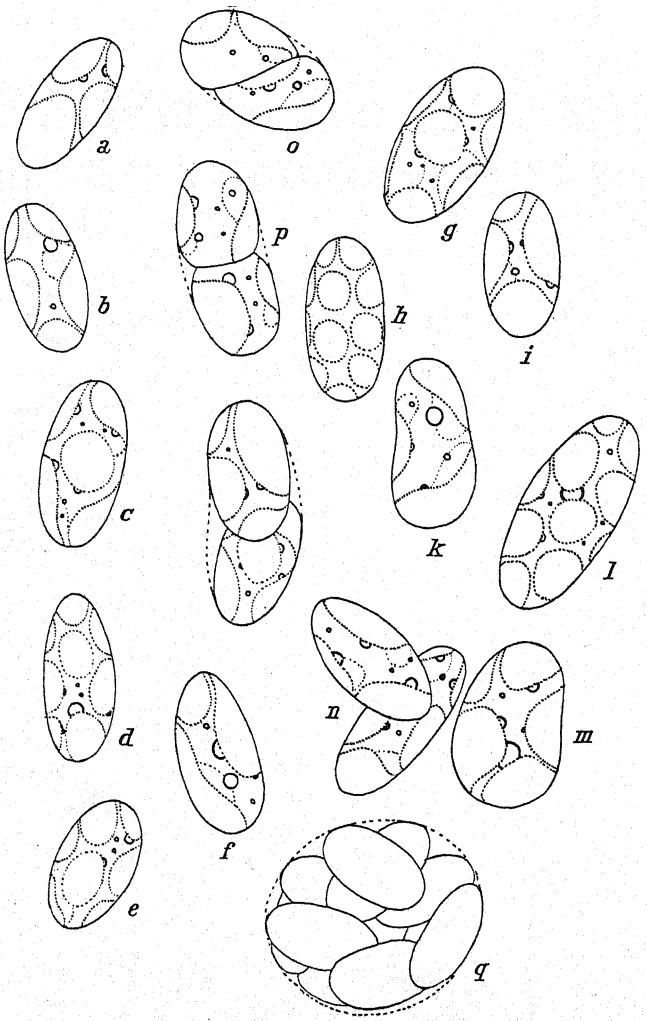


Fig. 279. *Ellipsoidion stichococcoides:* *a*, *b*, *c*, *e*, *i*, *n* verschiedene, regelmäßige Zellformen: *d*, *f*, *k*, *m* leicht bis stark einseitige Zellen; *h* Zelle mit vielen kleinen Chromatophoren; *g*, *l* auffallend große Zellen (vielleicht Teilungshemmungen): *o*, *p* Autosporenbildung; *q* acht Autosporen innerhalb der erweiterten Mutterzellhaut.

steht (vielleicht lokale Verquellung der Innenschicht der Membran). Chromatophoren immer mehrere: 3–9, in ihrer Größe nicht nur an den Zellen des gleichen Materials, sondern auch innerhalb einer Zelle wechselnd, oft sehr klein. Keine Pyrenoide. Größere Chromatophoren zeigen nicht selten Lappung. Autosporen zu 2 oder 4, doch auch, wenn auch seltener, zu 8 oder 16 gebildet. Die erste Protoplastenteilung meist schief zur Längsachse der Zelle. Beide Autosporen werden, falls sie nur zu zweien gebildet werden, sehr häufig durch längere Zeit von der Mutterzellhaut zusammengehalten.

Zellen 3–4 μ dick, bis 10 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht mehr oligothermer Organismus, bis jetzt nur im Frühling gefunden (1912). In verschiedenen Algenwatten: *Oedogonium*, *Zygnema*, *Tribonema* u. a. Manchmal kleine Nester bildend. In Gräben, Teichufern (Hrnčiře bei Prag, Langenbrucker Teich bei Oberplan i. Böhmerwalde.

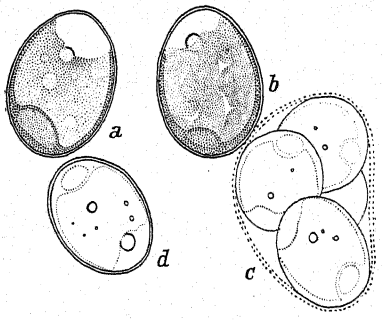


Fig. 280. *Ellipsoidion solitare: a, b, d* typische Zellformen; bei *b* Chromatophor mit Spalten; *c* Autosporenbildung.

Die Alge kann sehr leicht mit *Stichococcus* verwechselt werden, bes. wenn die Chromatophoren nur in geringer Zahl vorhanden sind.

4. Ellipsoidion solitare (Fig. 280).

Syn.: *Chlorobotrys solitaris* Geitler, Arch. Prot. **63** (1928) 77. — Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 413.

Abb.: Geitler, a. a. O. (1928) 77 Fig. 5 a, b. — Pascher, a. a. O. (1930) 413, Fig. 9.

Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, beiderseits abgerundet, manchmal leicht eiförmig, Membran derber. Chromatophor sehr groß, ausgesprochen topfförmig, an einem Ende nur eine kleine Stelle frei lassend, an seiner Basis mit einem deutlichen, oft schief stehenden Pyrenoid versehen, das innerhalb der Chromatophorenverdickung meist sehr scharf abgegrenzt ist. Chromatophor manchmal von Spalten und Rissen durchzogen und gelegentlich in mehrere, polygonal aneinandergrenzende Stücke aufgelöst. Vermehrung durch Autosporenbildung: zwei oder vier Autosporen. Sporenbildung beobachtet, Sporen mit einer derben Membran dem einen Ende der Zelle genähert.

Zellen 8–9 μ dick, bis 14 μ breit.

Vorkommen: Von GEITLER aus dem Lunzer Kalthause beschrieben (Niederösterreich); im Freiland beobachtet: Altwässer bei Prag; Altwässer der Traun bei Ischl. Scheint ökologisch eine große Spannweite zu haben.

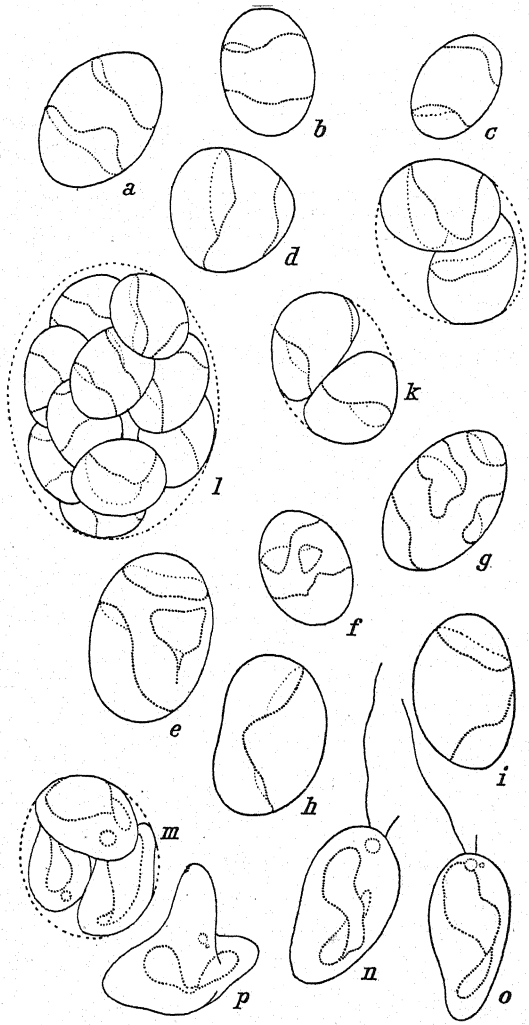


Fig. 281. *Ellipsoidion anulatum: a, b, c* normale Zellformen; *d* unregelmäßige Zelle; *e, f, g* Zellen mit vergrößertem ringförmigen Chromatophoren, der Spalten und Löcher besitzt und gelegentlich fast verdoppelt aussieht; *h, i* einseitige Zelle, bei welcher der Chromatophor fast muldenförmig wird; *k, l* Autosporenbildung; *m* Schwärmerbildung; *n, o* Schwärmer; *p* amöboides Stadium aus einem Schwärmer hervorgegangen.

Diese Alge wurde von GEITLER als *Chlorobotrys solitaris*[1]) beschrieben. Soweit ich gut ausgebildete Chromatophoren sah, handelte es sich tatsächlich um ein basales Pyrenoid. Ob die Sporenmembran aus zwei Teilen besteht, konnte nicht festgestellt werden. Diese Art kann sehr leicht mit jenen *Chlorococcum*-Arten verwechselt werden, die gelegentlich auch ellipsoidische Zellen bilden.

5. Ellipsoidion anulatum (Fig. 281).

Zellen einzeln, seltener zu mehreren in vorübergehenden Verbänden durch die verschleimende Mutterzellhaut zusammengehalten, ausgesprochen ellipsoidisch, an den Enden breit abgerundet, manchmal hier leicht verschmälert, seltener etwas unregelmäßig bis leicht polyedrisch (bei später Entleerung der herangewachsenen Autosporen). Membran sehr zart, manchmal mit leichter Schleimhülle, im allgemeinen zur Verschleimung neigend. Chromatophor einer, bei normaler Ausbildung in Form eines breiten, mehr oder weniger äquatorial stehenden, oft gelappten und eingeschnittenen, meist geschlossen ringförmigen Bandes, das die beiden Zellenden frei läßt. Dieses Band stellenweise sehr stark verschmälert oder auch breit durchgetrennt, so daß ein breit rinnenförmiger bis muldenförmiger, immer wandständiger Chromatophor zustande kommt. In seltenen Fällen der Chromatophor topfförmig an einem Ende der Zelle. Chromatophor nicht selten netzförmig durchbrochen, manchmal fast in zwei bandförmige Chromatophoren zerteilt (Fig. 281 *g*). In der Zelle ferner oft Eiweißkristalle. Vermehrung durch Bildung von 2–16 Autosporen, die manchmal sehr ungleich groß sein können und deren Chromatophoren auch innerhalb der gleichen Mutterzelle in Form und Größe weitgehend schwanken. Junge Autosporen mit kontraktilen Vakuolen. Viel seltener scheint Schwärmerbildung zu erfolgen (2–16). Schwärmer schief verkehrt eiförmig, Chromatophor — soweit beobachtet — einer, bandförmig und binnenständig. Hauptgeißel etwas länger als der Protoplast, Nebengeißel sehr kurz, Stigma nicht beobachtet. Die Schwärmer bilden sich leicht in Amöben um, ja gelegentlich treten die Teilprotoplasten bereits als Amöben aus. Soweit beobachtet, bleiben die Schwärmer nur sehr kurze Zeit beweglich.

---

[1]) *Chlorobotrys*, im Sinne der vorliegenden Bearbeitung, bildet regelmäßige Gallertkolonien analog zu *Gloeocapsa* oder *Gloeothece*.

Zellen 6–9 μ breit, bis 14 μ lang, auch in einer kleineren Form.

Vorkommen: Einmal in größeren Mengen im Ufersand des Hirschberger Teiches und diesen fleckenweise bis 10 mm Tiefe grün färbend. Anscheinend sehr kalkholde Form. In sehr flachen Wasserlachen im Radotiner-Tal bei Prag (1929). In einer sehr ähnlichen, nur etwas kleineren Form, aus Fischleinboden in den nördlichen Dolomiten.

6. Ellipsoidion regulare (Fig. 282, 283).

Zellen kurz und breit ellipsoidisch mit sehr breiten, fast halbkugelig abgerundeten Enden. Manchmal sehr unregelmäßig (Fig. 283). Membran außerordentlich zart, meist mit einer zarten Schleimhülle versehen, Chromatophoren meist 4–7, oft polygonal aneinander schließend, nicht selten sehr ungleich groß, gelegentlich auch nur zwei Chromatophoren vorhanden. Meist Bildung von vier Autosporen, von denen manchmal zunächst jede Autospore nur einen Chromatophoren besitzt. Es scheint also mit der Protoplastenteilung nicht immer eine Vermehrung der Chromatophoren Hand in Hand zu gehen. Andere Stadien nicht gesehen.

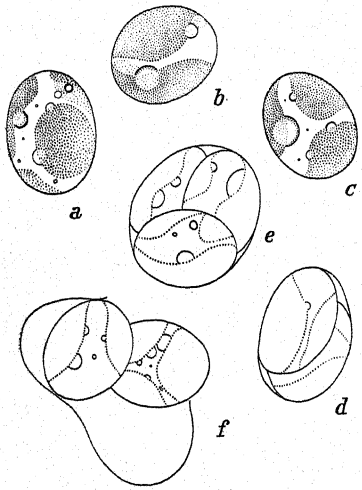


Fig. 282. *Ellipsoidion regulare: a, b, c* normale Zellen; *d, e, f* Autosporenbildung.

Zellen 10–14 μ lang, bis 8 μ breit.

Vorkommen: Aufwuchs an Wasserpflanzen: Moor-Teiche bei Franzensbad (1930). Aus den Neubauer-Wiesen bei Mugrau im Böhmerwalde (1909); vielleicht Mooralge.

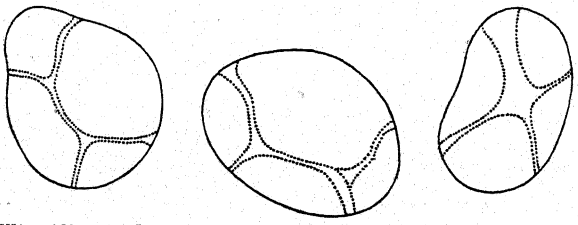


Fig. 283. *Ellipsoidion regulare:* unregelmäßige Zellen (Stärker vergr. als bei Fig. 282).

7. Ellipsoidion simplex (Fig. 284, 285).

Zellen ellipsoidisch, gegen die Enden zu aber immer deutlich, manchmal fast geradlinig verschmälert, nicht selten ein Ende schmäler als das andere. Enden meist deutlich spitz, Zelle dann plump spindelförmig. Haut oft ziemlich derb, wahrscheinlich auch eine zarte Schleimhülle vorhanden. Chromatophor meistens einer, sehr groß, muldenförmig und meist mehr der Längswand anliegend; falls die Zellen etwas asymmetrisch sind, liegt der Chromatophor fast immer der gewölbteren Seite an. Manchmal der Chromatophor fast ringförmig. Gelegentlich zwei

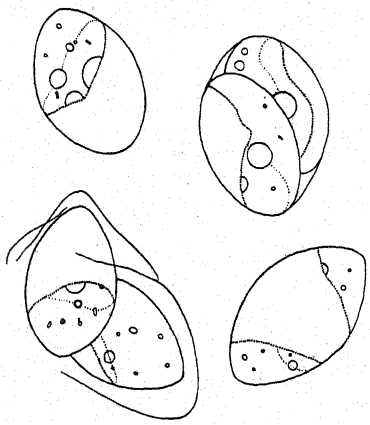


Fig. 284. *Ellipsoidion simplex:* Zwei typische Zellen und Autosporenbildung.

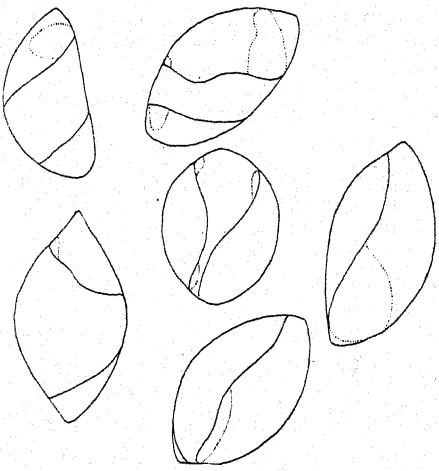


Fig. 285. *Ellipsoidion simplex:* Auffallend spitze Zellen, welche *E. simplex* nahestehen, vielleicht aber eine eigene Art darstellen.

Chromatophoren vorhanden, von denen der andere oft viel kleiner ist. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen, die nicht selten noch lange Zeit durch die derben Mutterzellhäute zusammengehalten werden. Andere Stadien nicht gesehen.

Diese Art ist durch ihre Zellform besonders *Oocystis*-ähnlich.

Zellen ca. 9 μ, manchmal bis 15 μ lang und 6–9 μ breit.

Vorkommen: Mit *Tetraspora* in den Frühlingsschmelzwässern der Riendleser Au (Moor) im Böhmerwalde (1909) aus dem Erzgebirge, an Felsen (1937) vielleicht oligotherm.

Eine beiderseits spitze Form stelle ich nur mit allem Vorbehalt hierher (s. Fig. 285).

Ausdrücklich sei auf die eigenartigen, kurzen, manchmal etwas unregelmäßigen Formen hingewiesen, die im Schnitt fast rhombisch-deltoidisch aussehen. Es sei darauf hingewiesen, daß bei *Trachychloron* ebenfalls eine beiderseits verschmälerte Art vorkommt, die ebenfalls zur Bildung solcher gedrungener, fast viereckiger Formen neigt (*Trachychloron biconicum*).

Ellipsoidion simplex bildet mit einigen anderen noch zu wenig gesehenen Formen einen eigenen Formenkreis unter den *Ellipsoidion*-arten, der den Charakter einer Gattung zu haben scheint. Eine dieser Formen kam mir nach Satz dieser Lieferung in charakteristischer Ausbildung unter. Siehe im Anhang *Ellipsoidion acuminatum* und die an diese Art geknüpften Bemerkungen.

8. Ellipsoidion pulchrum (Fig. 286).

Zellen derbwandig, aus der Mitte heraus beiderseits fast geradlinig, meist auffallend verschmälert, beiderseits breit abgerundet, selten nur stumpflich, ca. $1^1/_2$–$1^2/_3$ mal so lang als breit. Membran nirgends lokal verdickt, manchmal rötlich verfärbt. Chromatophoren nicht wie bei *E. simplex*, seltener zwei, meistens drei bis vier, wandständig, muldenförmig bis ringförmig oder scheibchenförmig. Kein Pyrenoid. Vermehrung durch zwei bis vier Autosporen, die in der Jugend manchmal kontraktile Vakuolen und auch Stigma haben können. Sporen nicht gesehen.

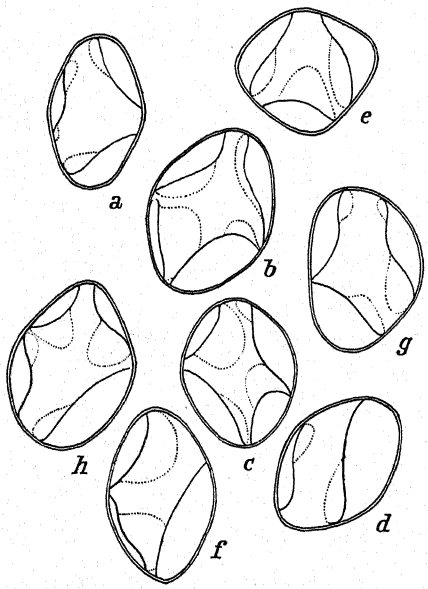


Fig. 286. *Ellipsoidion pulchrum: a, b, c, d, f* typische Zellen, am typischesten *a, b*; *e* einseitig geänderte, dabei regelmäßige Zelle; *h* mehr eiförmige Zelle, die nur auf einer Seite die charakteristische Verschmälerung zeigt; *g* unregelmäßige Zelle.

Dadurch, daß die beiden Längsseiten ungleich stark ausgebaucht sind, entstehen eigenartig im optischen Schnitte fast stumpf-deltoidische Formen.

Zellen (größer als bei *E. simplex*): 8–12 μ breit, bis 17 μ lang.

Vorkommen: Alge mooriger Gewässer: Moorgraben bei den bärischen Teichen bei Joachimstal; aus der Neubauerwiese bei Mugrau im südlichen Böhmerwalde.

Anscheinend sehr seltene Alge, die vielleicht eutherm ist und durch ihre Regelmäßigkeit an Desmidiaceen erinnert.

9. Ellipsoidion ovoideum (Fig. 287, 288).

Zellen ausgesprochen eiförmig, an einem Ende breit abgerundet und dem anderen etwas verschmälert, doch stumpf und dabei im allgemeinen regelmäßig gestaltet; Membran sehr zart. In Zellen normaler Größe nur ein großer, meist seitenständiger, muldenförmiger Chromatophor vorhanden. Gelegentlich Chromatophor grundständig, manchmal auffallend verkleinert. In übermäßig großen Zellen, wie sie gelegentlich auftreten, zwei bis vier Chromatophoren. Kein Pyrenoid. Vermehrung, soweit beobachtet, durch Bildung von zwei oder vier behäuteten Autosporen, deren Chromatophoren manchmal sehr ungleich groß sind.

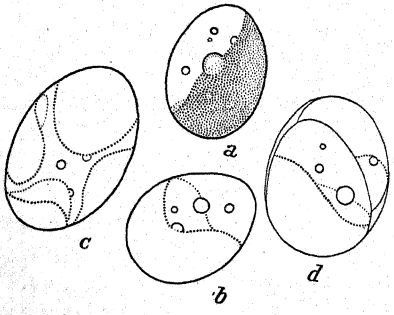


Fig. 287. *Ellipsoidion ovoideum: a, b* typische Zellen; *c* abnorm große Zelle mit mehreren Autosporen; *d* Autosporen-Bildung.

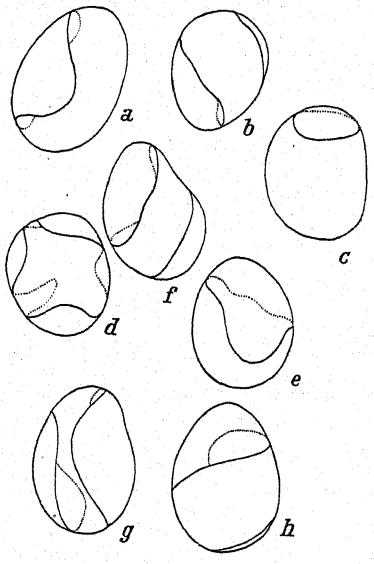


Fig. 288. *Ellipsoidion ovoideum:* Verschiedene Chromatophoren: *a* muldenförmig; *b* ring-muldenförmig; *c* topfförmig; *d, e* gelappt-topfförmig; *f, h* ringförmige Chromatophoren; bei *g* zwei Chromatophoren.

Zellen 12–14 μ lang (abnorme Zellen bis 20 μ messend).

Vorkommen: Wenig verbreitete Alge, die wahrscheinlich meist für ein längliches *Chlorococcum* angesehen wird. Wahrscheinlich oligotherme Form: in den Frühjahrsschmelzwässern

mit *Tetraspora*, in *Ulothrix*-watten. Oberer Olschbach bei Andreasberg im Böhmerwalde (1909).

Eine kleinere, nur 8–10 μ lange Form, die in zu wenig Material vorlag, scheint nicht oligotherm zu sein und ist vielleicht stark stickstoff-bedürftig. Ich sah sie aus Straßengräben und in Wasserlachen längs der Straße bei Ischl. Bis auf die geringe Größe stimmte aber die kleine Form recht gut mit der größeren überein. Die kleine Form vielleicht kalkhold.

Von *Ellipsoidion* gibt es sicher noch eine Reihe derzeit zu wenig bekannter Arten. So kommt eine eiförmige Form mit mehreren scheibchenförmigen Chromatophoren vor, die kleiner ist als *E. ovoideum*. Bei einer Art ist der Chromatophor ähnlich wie bei *Arachnochloris maior* in unregelmäßige Längsbänder zerspalten. Eine dritte Form hat zwei meist fast polständige kalottenförmige Chromatophoren.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Arten z. T. zweiteilige Membranen haben.

10. Monallantus (Fig. 289–294).

(*μόνος* = allein, *ὁ ἀλλᾶς ,-αντός* = die [Knoblauch]-Wurst.)

Zellen einzeln lebend oder nur kurz nach der Vermehrung vorübergehend zu zweien oder vieren und dann manchmal in einer Reihe beisammengehalten. Keine größeren Lager bildend. Gestalt kurz walzlich ellipsoidisch, an beiden Seitenflächen abgerundet bis fast abgerundet-gestutzt mit meist gleichen Enden. Manchmal unmerklich gekrümmt oder in der Längsmitte leicht taillenförmig eingezogen. Gewöhnlich nur wenige Male, eineinhalb-, höchstens zweieinhalbmal länger als breit, oft kaum länger als breit. Membran — soweit beobachtet — aus einem Stück bestehend, zart bis fest, bei einer Art sogar derb, ohne jede Skulptur, manchmal etwas rötlich verfärbt und hier und da mit einer zarten Gallerthülle. Chromatophoren einer bis vier, bei einer Art meistens zwei, bei einer Art zwei bis vier, immer wandständig. Falls zwei Chromatophoren, so rinnenförmig, der Wand anliegend und relativ symmetrisch einander gegenüberliegend oder etwas gegeneinander verschoben. Sonst scheibchenförmig, oft ungleich. Die Muldenform der Chromatophoren wechselt bei endständiger Lagerung in Topfform um. Chromatophoren meistens sehr deutlich, oft groß und nur schmale, helle Zwischenräume freilassend, mit oder ohne Pyrenoide. Die anderen Inhaltskörper gleich wie bei den

anderen Heterokonten; rubinrote Öltröpfchen manchmal auffallend.

Vermehrung durch Schwärmer oder Autosporen. Auch die zu Autosporen werdenden Teilprotoplasten haben oft vorübergehend kontraktile Vakuolen. Die Autosporen oder Schwärmer werden nur zu zweien, sehr selten zu vieren gebildet. Die Schwärmer — soweit gesehen — mit und ohne Stigma, mit je einem oder zwei Chromatophoren. Bei den Pyrenoid-führenden Formen ist mindestens einer der Chromatophoren mit einem Pyrenoid versehen. Die Schwärmer können völlig amöboid werden, nehmen aber sehr bald unter leichter Streckung walzliche Form an. Die Autosporen bekommen noch innerhalb der gedehnten Mutterzellhaut die charakteristische Gestalt. Sie wachsen manches Mal so sehr an Größe heran, daß sie nach Freiwerden nur mehr ein geringes Größenwachstum zeigen. Auffallend ist, daß bei manchen Zellen die kontraktilen Vakuolen lange erhalten bleiben. Beim Freiwerden werden die Mutterzellmembranen sehr gedehnt, verschleimen und reißen, ohne daß eine Zusammensetzung aus zwei Teilen angedeutet wäre. Andere Stadien, vor allem Sporen nicht beobachtet.

Monallantus sieht unter den Heterococcalen vor allem der Gattung *Chlorallantus* sehr ähnlich und kann unter Umständen sehr leicht mit ihr verwechselt werden. *Chlorallantus* besitzt eine verkieselte, skulpturierte Membran, die aus zwei annähernd gleichen Schalen zusammengesetzt ist. Von Gattungen mit länglichen Zellen könnten eventuell *Bumilleriopsis*-Zellen verwechselt werden, diese sind aber meistens gekrümmt, haben ein ausgesprochenes Längenwachstum und zerteilen beim Entleeren der Schwärmer oder der Autosporen die Membran in zwei Teile. *Chlorocloster* weicht durch die längere und spindelförmige Gestalt sehr ab. *Nephrodiella* ist einseitig nieren förmig gestaltet. *Rhomboidella* ist an den Enden schief und nicht quer gestutzt und außerdem im Querschnitte elliptisch. *Monallantus* steht *Ellipsoidion* sehr nahe.

Bemerkt sei noch, daß leicht dann Verwechselungen mit *Monallantus* vorkommen, wenn fädige Heterokonten sich in ihre Einzelzellen auflösen. So kann *Heterothrix* gelegentlich so sehr in Einzelzellen zerfallen, daß der zerfallene Faden wie ein Haufen von *Monallantus*-zellen aussieht. Das gleiche kann sich bei *Bumilleria* abspielen. Bei (allerdings sehr oberflächlicher) Beobachtung können sogar Einzelzellen von zerfallenden *Hor-*

midium-zellen mit *Monallantus* verwechselt werden. Achtung in diesem Falle auf die bei *Hormidium* vorhandene Stärke. Die Verwechselung mit *Hormidium* kann noch dadurch gefördert werden, als bei *Hormidium* dorsiventrale Schwärmer und damit im Zusammenhang ein ungleiches Geißelpaar vorkommen. Sorgfältige Beobachtung schließt aber jede Verwechselung mit *Hormidium* aus.

Auffallend ist die Tatsache, daß bei *Monallantus* ähnlich wie bei *Bumilleriopsis* die beiden Autosporen oft längere Zeit durch die eng anliegende Mutterzellhaut so zusammengehalten werden, daß sie polar übereinander zu liegen kommen und gewissermaßen einen zweizelligen Faden bilden (Fig. 290 *b*). Beim Zerreißen der Mutterzellhaut isolieren sich die beiden Tochterzellen zumeist. Sie können aber auch bereits mit ihren beiden Endflächen miteinander verklebt sein. Möglicherweise ist darin der Anfang zur Fadenbildung zu sehen.

Monallantus ist eine nicht sehr häufige Alge, über deren Lebensbedingungen ich nicht orientiert bin, ich habe den Eindruck, daß ich die Alge meist nur am sekundären, nicht am primären Standorte gefunden habe.

Drei Arten:

I. Zellen ohne Pyrenoide.
Zellen kurz und regelmäßig zylindrisch, bis 12 μ lang **Monallantus brevicylindrus 1.**
Zellen in der Mitte meist etwas taillenförmig eingeschnürt, meist mehrere bis viel Chromatophoren, –20 μ lang **Monollantus gracilis 2.**

II. Zellen meist mit zwei seitenständigen Chromatophoren, in jedem ein Pyrenoid . . . . . **Monallantus pyreniger 3.**

1. Monallantus brevicylindrus (Fig. 289, 290).

Zellen höchstens anderthalbmal so lang als breit, meistens etwas kürzer. Fast immer gerade und schön zylindrisch mit breit abgerundeten Enden, die nicht abgestutzt erscheinen. Membran sehr zart, manchmal mit zarter Schleimhülle, Chromatophoren 2–4, seltener einer, wenn ein Chromatophor, so meist einseitig und schief wandständig und einen sehr großen Teil der Zelle auskleidend. Bei zwei Chromatophoren Chromatophoren schief einander gegenüberliegend und nur selten so symmetrisch in der Längsflanke orientiert wie bei der anderen Art (*M. pyreniger*). Bei mehreren Chromatophoren Chromato-

phoren nicht sehr regelmäßig verteilt, manchmal auch sehr ungleich, dann vor allem die polständigen kleiner als die flankenständigen. Autosporenbildung beobachtet. Zwei Autosporen, die meist bereits sehr groß aus der Mutterzelle austreten. Schwärmer sehr breit eiförmig, sehr amöboid; meist mit zwei,

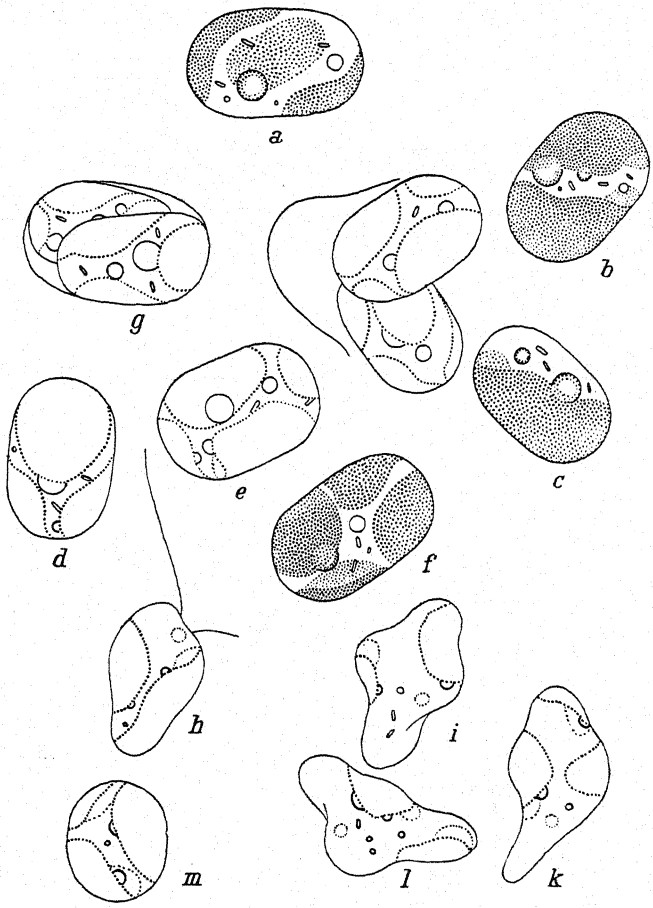


Fig. 289. *Monallantus brevicylindrus: a, b, c* typische Zellen; *d, e, f* Formen mit mehreren Chromatophoren; *g* Autosporenbildung; *h* Schwärmer; *i, k, l* amöboides Stadium; *m* junge Zelle.

seltener mit einem Chromatophoren, Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel kaum ein Viertel der Hauptgeißel messend (ob immer?). Andere Stadien. abgesehen von fast amöboiden Schwärmern nicht beobachtet.

Länge 9–12 μ, Breite ca. 6–8 μ.

Vorkommen: In leicht verschmutzten, stark mit organischen Substanzen durchsetzten Teichufern, die zum Teil auch von *Oedogonium* überzogen waren, sehr unauffällige Form, die sicher bereits oft gesehen und immer verwechselt wurde. Mühlteich der Mugrauer Mühle im südlichen Böhmerwalde (1912).

Neben dieser so geformten Art gibt es noch eine andere Form, die die gleiche Gestalt hat, aber max. nur 7 μ mißt. Sie besitzt fast regelmäßig nur einen Chromatophoren. Ich sah sie zu wenig, um eine vollständige Diagnose zu geben und bezeichnete sie in meinen Notizen als *Monallantus minimus*. Teichufer und Gräben bei Šeberow bei Prag.

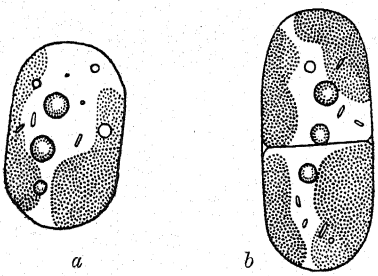


Fig. 290. *Monallanthus brevicylindrus: a* typische Zelle; *b* die beiden Autosporen übereinander gelagert, sich an der Berührungsstelle abplattend, durch die gedehnte Mutterzellhaut fest zusammengehalten und nicht selten auch nach dem Aufreißen der Mutterzellhaut beisammen bleibend: Ansatz zur Fadenbildung.

2. Monallantus gracilis (Fig. 291).

Zellen kurz walzlich, $1^1/_4$–$1^3/_4$mal so lang als breit, in der Längsmitte meist leicht taillenartig verschmälert (manchmal nur auf einer Längsseite, wodurch die Zelle leicht nierenförmig wird). Enden der Zelle breit bis fast gestutzt abgerundet. Membran sehr zart. Chromatophoren mehrere, 5–12 und noch mehr, scheibchenförmig, ohne Pyrenoide. Autosporen und Schwärmer meist zu zwei gebildet. Junge Autosporen mit kontraktilen Vakuolen, die manchmal noch an den jungen Zellen zu sehen sind. Schwärmer mit Stigma. Hauptgeißel $1^1/_4$–$1^1/_2$-mal so lang als der Protoplast, Nebengeißel stummelförmig oder nur ein Achtel der Hauptgeißel messend.

Zellen bis 10 μ breit, bis 16–20 μ lang. Vereinzelt viel größere Zellen.

Vorkommen: Zwischen dichten, treibenden Algenwatten (*Oedogonium, Rhizoclonium*), die im Hochsommer zur Oberfläche aufgestiegen und sehr abgeblaßt waren, Teiche bei Budweis in Böhmen (1919). *Monallantus gracilis* ist wahrscheinlich eine wärmeliebende Sommerform.

Der Art *Monallantus gracilis* sieht sehr ähnlich eine noch sehr wenig bekannte *Monallantus*-art (Fig. 292), die ich in

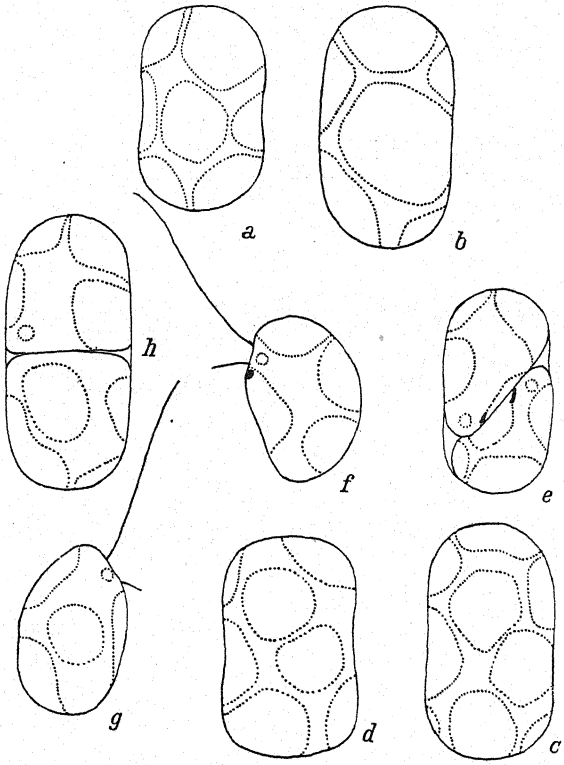


Fig. 291. *Monallantus gracilis:* *a*, *c*, *d* Zellen mit der typischen, leichten äquatorialen Einschnürung; *b* etwas unregelmäßige Form; *e* Schwärmerbildung; *f*, *g* Schwärmer, bei *g* Stigma nicht eingezeichnet; *h* Autosporenbildung.

Moorgräben fand und die daher auch ökologisch von *Monallantus gracilis* abweicht. Die Zellen waren sehr klein, nur 2–3 μ dick und 6–7 μ lang. Ein oder zwei oft sehr blasse Chromatophoren ohne Pyrenoid, in den Zellen Eiweißkristalle. Die Membran war an den beiden Enden, also an den fast gestutzt erscheinenden Querflächen leicht verdickt. Die Zellen sahen etwa wie ganz kleine Zellen von *Bumilleriopsis penioides* aus. Die Membran war sicher immer einteilig. Leider sah ich niemals Schwärmer. Ich bezeichnete die Art als ***Monallantus stichococcoides*** (Fig. 292). Tote Au bei Tusset im Böhmer-

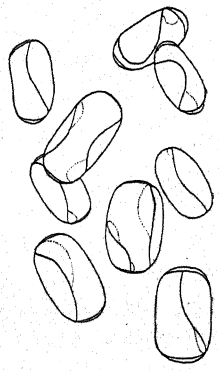


Fig. 292. *Monallantus stichococcoides.*

walde (mit *Spirotaenia erythrocephala*, *Gloeocystis „gigas“*, *Binuclearia tatrana*, also der typischen „borealen“ Algengesellschaft).

3. Monallantus pyreniger (Fig. 77*l*, 293, 294).

Zellen walzlich, entweder mit geraden Mantelflächen oder die Zellen leicht tonnenförmig erweitert oder auch deutlich taillenartig eingeschnürt. Manchmal Enden oft etwas ungleich

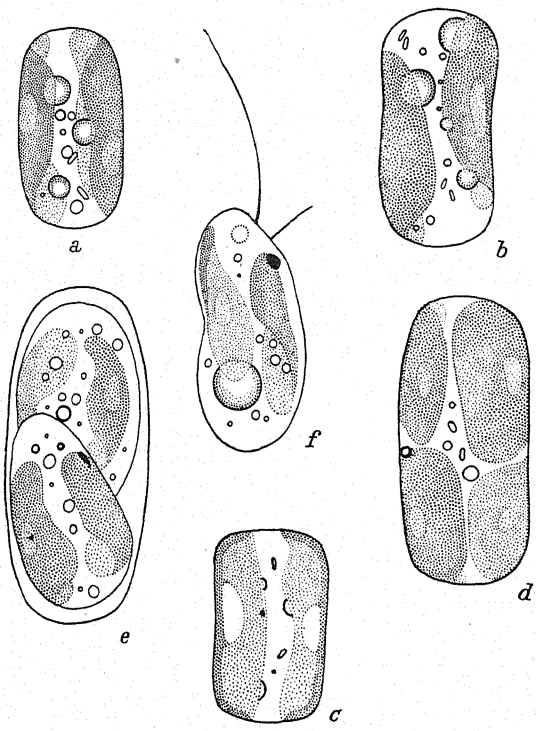


Fig. 293. *Monallanthus pyreniger: a, b, c* einzelne Zellen; *d* Zelle vor der Vermehrung; Verdoppelung der Chromatophoren, meistens wird in jedem Chromatophoren ein Pyrenoid gebildet; *e* Schwärmerbildung: Die Schwärmer meist mit zwei, seltener mit einem Chromatophoren; nicht selten hat dabei der eine Chromatophor kein Pyrenoid.

breit, aber sonst in der Form übereinstimmend. Endflächen sehr breit, fast flach abgerundet, dadurch Zellen fast förmlich abgerundet-gestutzt. Membran derber als bei den anderen Arten, oft sehr derb, manchmal leicht rötlich verfärbt. Chromatophoren in normaler Ausbildung zwei, symmetrisch zueinander die Längsflanken auskleidend und auch manchmal

etwas auf die Querflächen übergreifend (besonders bei mehr gestutzten Formen); immer mulden- bis topfförmig, meist etwas gegeneinander verschoben. Jeder Chromatophor ungefähr in seiner Mediane mit einem großen, kissenförmigen, gut differenzierten Pyrenoid versehen, das dem Chromatophor breit anliegt und nur dünn mit Chromatophorensubstanz überzogen ist. Nicht selten erscheint das Pyrenoid förmlich gestielt dadurch, daß die Chromatophorensubstanz unter dem Pyrenoid zapfenartig vorgezogen ist. Die beiden Pyrenoide einer Zelle manchmal sehr ungleich, gelegentlich das eine oder das andere Pyrenoid geteilt oder fehlend.

Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen beobachtet (fast immer in der Zweizahl gebildet). Vor der Teilung des Protoplasten meist Teilung der Chromatophoren, wobei alle vier Chromatophoren einer Zelle Pyrenoide bekommen können oder aber die Teilung ohne neue Pyrenoidbildung verläuft. Dementsprechend haben die Schwärmer bzw. Autosporen entweder beide Chromatophoren mit Pyrenoiden versehen oder nur einen. Gelegentlich treten auch Autosporen und Schwärmer ohne Pyrenoide auf. Es kann auch die Chromatophorenteilung unterbleiben, so daß jede Autospore oder jeder Schwärmer nur einen Chromatophoren mitbekommt. Die Teilung der Chromatophoren wird dann nachgeholt. Schwärmer mehr ellipsoidisch walzlich, sehr formveränderlich mit meistens einem Chromatophoren; Hauptgeißel ungefähr körperlang, Nebengeißel ein Viertel davon. Stigma vorhanden.

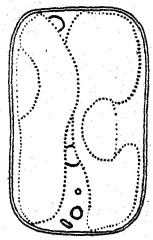


Fig. 294. *Monallantus pyreniger:* eine Zelle; der eine Chromatophor hat ein „gestieltes" Pyrenoid.

Zellen 12–15 μ (meist ca. 15–17 μ) lang, bis 9 μ breit, es kommen aber auch viel kleinere Zellen vor.

Ein einziges Mal in größerer Menge gesehen in einer Algenwatte, die in einem kleinen Wiesenloch wuchs, das eine sehr reiche, schleimige Algenmasse enthielt. Da durch dieses Loch ein frisch ausgestochener, seichter Graben führte, glaube ich, daß die Alge sekundär eingeschwemmt war; Ottetstift im Böhmerwalde (1907).

11. Nephrodiella (Fig. 295).

(ὁ νεφρός = die Niere).

Zellen einzeln lebend oder nur vorübergehend durch zarte Gallerte in kleinen Lagern vereinigt, seltener in verschiedener Weise zu zweien oder vieren zusammenhängend bleibend; zu allermeist leicht nierenförmig bis halbmondförmig oder doch wenigstens ellipsoidisch mit sehr ungleich bauchigen Flanken, manchmal leicht S-förmig gekrümmt oder einzelne Zellen fast gerade. Zellen im Querschnitt kreisrund oder schwach elliptisch. Membran sehr zart ohne Skulptur und ohne lokale Verdickungen, aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem Stücke bestehend. Chromatophor immer einer oder auch zwei (dann oft ungleich) (abgesehen von abnorm großen Zellen, welche drei bis viele Chromatophoren haben können), wandständig, schüssel- oder mulden-, seltener topfförmig, oft die stärker gebogene Rückenseite der Zelle auskleidend und manchmal verhältnismäßig klein. Vermehrung durch Bildung von zwei bis vier behäuteten Tochterzellen innerhalb der erweiterten Mutterzelle beobachtet. Die Tochterzellen nehmen bereits in der Mutterzelle ihre endgültige Form an und werden noch eine Zeitlang durch die gedehnte Mutterzellhaut zusammengehalten. Andere Stadien nicht gesehen. Gelegentlich auch Schwärmer, die in der Ein- oder Zweizahl (seltener zu vier) austreten. Nebengeißel, soweit gesehen, sehr kurz. Stigma. Ein Chromatophor. Die gesehenen Schwärmer fielen durch ihre regelmäßige, sehr wenig veränderliche Gestalt gegenüber anderen Heterokontenschwärmern auf.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Alge Trockenperioden ähnlich wie einige *Stichococcus*-arten einfach durch Austrocknen überstehen kann.

Diese oft winzig kleinen Algen haben sehr oft eine blaßgrüne Farbe. Die Einstellung zu den Heterokonten ist durch die Kenntnis der Schwärmer gesichert. Dazu gelang es niemals, Stärke nachzuweisen wie auch die Chromatophoren fast regelmäßig Umschlag nach Blau zeigten.

Nephrodiella steht *Monallantus* nahe und erscheint wie eine gekrümmte Ausgabe dieser Gattung. Zu *Nephrodiella* erscheint konvergent die Chlorophycee (Protococcale) *Chodatia*, die Kol (1934, 277–279, Fig. 278) beschrieb. *Chodatia* ist eine Schneealge, die nach der Autorin zwischen *Raphidonema* und *Stichococcus* steht. *Nephrodiella* sieht ferner *Stichococcus*-artig aus,

unterscheidet sich aber zunächst durch die leicht nierenförmige Gestalt, mit Ausnahme jener Formen, die ausnahmsweise mehr gerade sind. Fadenförmige Verbände von Zellen, wie sie bei *Stichococcus* gelegentlich auftreten, wurden hier niemals beobachtet. Unter den Protococcalen sieht in der allgemeinen Form die Gattung *Phaseolaria Nephrodiella* ähnlich, um so ähnlicher, als auch der Chromatophor von *Phaseolaria* kein Pyrenoid besitzt. *Phaseolaria* ist aber meist viel größer als *Nephrodiella* und hat Stärke.

Bei *Nephrodiella* ist deutlich der Ansatz zur Koloniebildung zu beobachten. Bei einer Art: *N. lunaris*, die meistens auch nicht zwei, sondern vier Tochterzellen bildet, bleiben die bereits in der Mutterzelle halbkreisförmig gekrümmten Tochterzellen auch nach dem Austritt sehr häufig miteinander verklebt. Gewöhnlich schließt das Vorderende der einen Zelle an das Hinterende der anderen Zelle an, so daß sie förmlich ineinander verhakt erscheinen. Dabei können diese Verbände unregelmäßig traubig oder aber ziemlich regelmäßig kettenförmig sein. Dadurch nähert sich *N. lunaris* in ihrer Koloniebildung verschiedenen Protococcalen, vor allem dem vierzellige Kolonien bildenden *Tetrallantus* Teiling, wenn auch die Verbindung zwischen den halbmondförmigen Zellen hier in anderer Weise erfolgt und auch die fertigen Kolonien anders aussehen. Bei oberflächlicher Beobachtung können solche koloniale Verbände von *Nephrodiella* für gelegentlich auftretende, fadenförmige Verbände gekrümmter *Dactylococcus*- oder für kleine Kolonien von *Dimorphococcus*-Formen oder *Selenastrum* gehalten werden. Auch mit wenigzelligen oder einzelligen *Nephrocytium*-Ausbildungen können bei oberflächlicher Betrachtung Verwechselungen vorkommen.

Es können derzeit vier Arten unterschieden werden:

I. Zellen höchstens eineinhalbmal länger als breit **Nephrodiella Phaseolus** *1.*

II. Zellen walzlich, zwei- bis mehrmals länger als breit.
  1. Enden der Zelle stumpf bis abgerundet.
    A. Zellen nur leicht gekrümmt . . . **Nephrodiella semilunaris** *2.*
    B. Zellen fast halbkreisförmig gekrümmt . . **Nephrodiella lunaris** *3.*
  2. Enden der Zelle kurz-spitz . . . . . **Nephrodiella acuta** *4.*

1. Nephrodiella Phaseolus (Fig. 295, 296).

Zellen sehr breit nierenförmig, höchstens anderthalb mal so breit wie lang, konkave Einkrümmung der Flanke kaum an-

gedeutet und gelegentlich völlig fehlend, manchmal sogar auch diese Seite leicht konvex, immer aber die Rückenseite sehr stark gewölbt, oft sogar stumpfwinkelig ausgebaucht, so daß die Zellen, von der Breitseite gesehen, förmlich herzförmig erscheinen. Membran sehr zart, manchmal mit einer deutlichen Schleimhülle. Chromatophor meist sehr klein, fast immer rückenständig oder gegen das eine Ende abgerückt, meistens sehr blaß. Nur in übermäßig großen Zellen, wie sie gelegent-

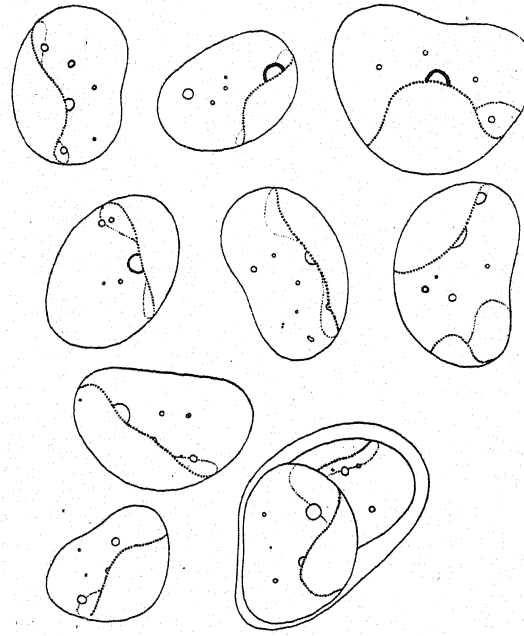


Fig. 295. *Nephrodiella Phaseolus.*

lich auftreten, 2–3, dabei sehr ungleiche Chromatophoren. Bei dieser Art auch Tropfen des roten Exkretöles vorhanden, die bei den anderen Arten nicht gesehen wurden. Bildung von Autosporen beobachtet. Schwärmer ellipsoidisch, fast nicht formveränderlich; mit einem Chromatophoren und mit Stigma. Vakuolen wohl zwei vorhanden aber nur eine mit Sicherheit beobachtet.

Zellen 5–9 μ dick, 7–13 μ lang; darunter auch nicht selten kleinere Zellen und sehr vereinzelt Zellen, welche fast bis 17 μ Länge haben können.

Vorkommen: Einmal in größeren Mengen beobachtet aus dem Schlamm des *Elodea*-tümpels des Bot. Gartens zu Prag, hier

mit anderen Algen zusammen einen leichten, gelbgrünen Anflug bildend (*Chlamydomonas*-Palmellen, *Scenedesmus*, andere Protococcalen, eine sehr dünne, *Hormidium*-artige Alge und vielleicht *Bumilleriopsis*) (1933).

In die Nähe von *Nephrodiella Phaseolus* gehört eine Form, die sich in der Gestalt mit *N. Phaseolus* fast völlig deckt, aber immer viel kleiner ist und nicht mit der typischen großen Form zusammen auftritt. Sie mißt durchschnittlich um ein Drittel weniger in der Länge und Breite (4–6:6–9) und dürfte im all-

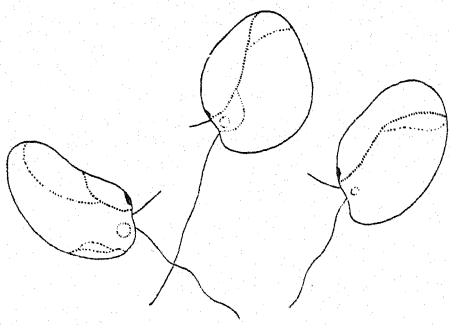


Fig. 296. *Nephrodiella Phaseolus:* Schwärmer.

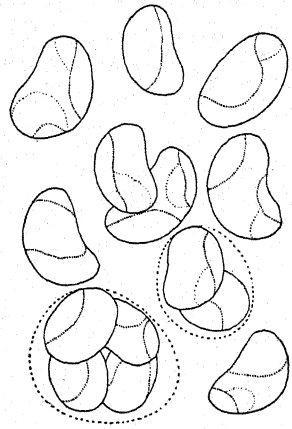


Fig. 297. *Nephrodiella minor.*

gemeinen nur das halbe Volumen der typischen Form haben (Fig. 297). Sie hat vielleicht im allgemeinen häufiger zwei Chromatophoren als *N. Phaseolus*, die meist nur einen hat. Ich bezeichne sie provisorisch als ***Nephrodiella minor***. In der Lebensweise weicht sie von *N. Phaseolus* ab, sie ist nicht kalkhold, sondern eine Alge saurer Gewässer (saure Wiesengräben bei Habstein mit *Zygnema*, *Tribonema* und anderen Algen); Frühjahrsorganismus (?), vielleicht oligotherm.

2. Nephrodiella semilunaris (Fig. 298).

Zellen walzlich nierenförmig, seltener leicht S-förmig, manchmal fast gerade und dann mit ungleich gewölbten Flanken; mindestens zweimal so lang als breit. Enden breit abgerundet, selten dadurch etwas ungleich, daß das eine Ende breiter abgerundet ist, doch sind auch Formen, die an beiden Enden gleich breit abgerundet sind, am häufigsten. Membran sehr

zart. Chromatophor meist rückenständig, nur selten fast basal, wandständig und muldenförmig, manchmal auffallend klein, doch auch wieder in anderen Fällen mehr als die halbe Zelle auskleidend. Vielleicht gelegentlich Formen ohne Chromatophoren gebildet, dadurch, daß bei der Tochterzellenbildung die Teilung des einzien Chromatophoren unterbleibt und eine Zelle chromatophorenfrei wird. Kleine Fett- und Öltröpfchen vor-

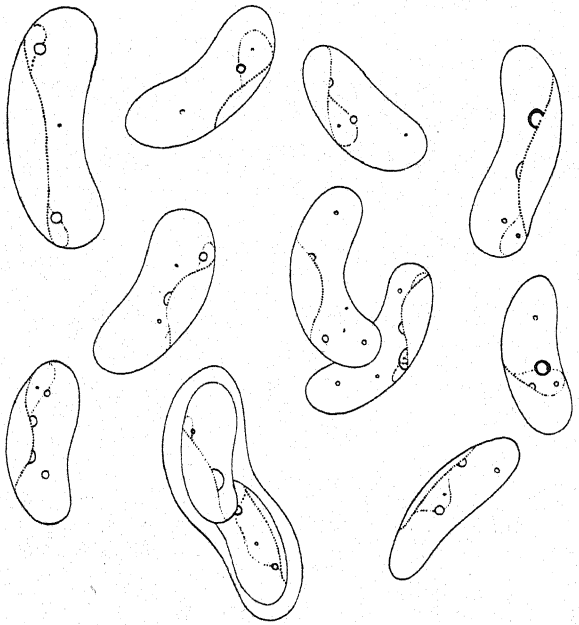


Fig. 298. *Nephrodiella semilunaris.*

handen, oft auffallend winzige, doppelbrechende Körnchen (Kalkoxalate?). Bildung von zwei Autosporen beobachtet.

Zellen höchstens 3–5 μ breit, ca. 5–10 μ lang.

Vorkommen: Einige wenige Male aus Erde (Erde aus einem Fichtenwald im Böhmerwald sowie Erde des Kiefernwaldes bei Hirschberg), doch sehr bald wieder verschwindend; einmal auch sehr vereinzelt in Algenmaterial (*Tribonema, Ophiocytium*, sehr viel *Trachelomonas*) aus einem sehr eisenhaltigen Straßengraben gefunden. Primärer Standort hier nicht feststellbar.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Form schon oft gesehen und immer für einen leicht gekrümmten *Stichococcus* gehalten wurde.

3. Nephrodiella lunaris (Fig. 299).

Zellen walzlich und in normaler Ausbildung halbkreisförmig gekrümmt, beide Enden breit und gleichmäßig abgerundet. Zellen meistens einzeln lebend, seltener zu zwei, selten auch zu vier aneinander klebend. Membran sehr zart, manchmal

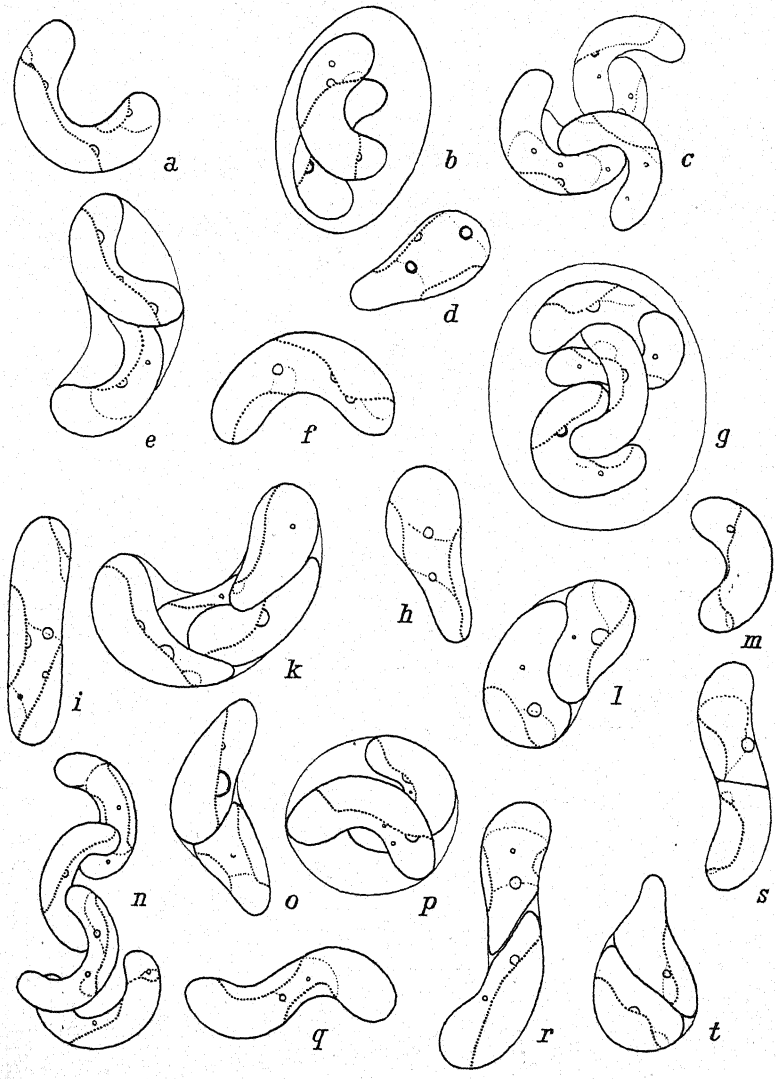


Fig. 299. *Nephrodiella lunaris: a, f, m* typische Zellformen; *d, h, i, q* abweichende Zellformen; *b, e, g, k, r, t* Vermehrung; *c, n* koloniale Verbände entstanden aus der Verklebung der Tochterzellen; bei *g* eine solche Kolonie noch in der Mutterzellhaut.

mit leichter Schleimhülle. Chromatophor meist einer, gelegentlich aber auch zwei, wobei der zweite meist viel kleiner ist. Kein Pyrenoid, auch keine intensiv rot gefärbten Öltröpfchen beobachtet. Vermehrung durch zwei oder meist vier Autosporen, welche noch in der Mutterzelle die halbkreisförmige Form annehmen. Membran der Mutterzelle dabei oft mächtig und blasenförmig erweitert, manchmal aber den Tochterzellen sehr eng anliegend. Im letzteren Falle kann es geschehen, daß die vier Tochterzellen noch innerhalb der anliegenden und dabei gedehnten Mutterzellhaut heranwachsen. Solche Tochterzellen nehmen auch nach ihrem Austritt gewöhnlich nicht mehr die regelmäßige walzliche halbkreisförmige Form an, sondern sie sind mannigfach verbogen, oft birnförmig bis eiförmig und einseitig etwas abgeplattet. Beim Austritt aus der erweiterten Mutterzellhaut trennen sich die zwei oder vier Tochterzellen gewöhnlich sofort voneinander, oder aber sie bleiben in verschiedener Anordnung zeitweise oder auch dauernd miteinander verklebt, wobei sie gewöhnlich mit ihren Enden ineinander haken und unter Umständen sogar eine vierzellige Kette bilden können. Siehe Fig. 299*n*! Gelegentlich treten auch S-förmige oder fast gerade Zellen auf.

Zellen 3–6 μ breit, bis 18 μ lang.

Vorkommen: Mehrmals beobachtet: keine Erdalge, im schleimigen Aufwuchs an Pflanzen (meist im weichen Schleime, wie er von Blaualgen und Chrysophyceen gebildet wird). In Wässern mit niederem p_H-Wert. Vielleicht nicht primärer Standort. — Moorgräben bei Strobl am Wolfgangsee in Ober-Österreich. Zwischen *Sphagnum* am Rande der „Toten Au" bei Tusset im Böhmerwalde.

4. Nephrodiella acuta (Fig. 300).

In diese Gattung gehört auch eine einzeln lebende Heterococcale, die in der allgemeinen Zellform an *Nephrodiella phaseolus*, durch die gelegentlich leichte Krümmung an die beiden anderen Arten erinnert. Von allen Arten aber weicht sie dadurch ab, daß die Zellen an beiden Enden in ein kurzes, manchmal schiefes Spitzchen vorgezogen sind. Dieses Spitzchen wird nicht durch eine auffallende Membranverdickung wie bei *Pleurogaster* bewirkt: die Membran ist an den Enden ebenfalls so zart wie an den Flanken. Die Zellen sind nur höchstens doppelt so lang als dick, auf einer Seite stark bis fast halbkreis-

förmig gekrümmt, auf der anderen Seite manchmal deutlich konvex oder gerade oder leicht konkav. Chromatophor nur einer, meist an der stark konkaven Seite, relativ klein, muldenförmig, manchmal etwas gelappt, ohne Pyrenoid, immer sehr zart, manchmal fast farblos. Bei vergrößerten Zellen manchmal 2–3 Chromatophoren: wahrscheinlich Teilungshemmung. Vermehrung durch Bildung von zwei Tochterzellen, welche noch innerhalb der erweiterten Mutterzelle die endgültige Form annehmen. Die Zellen scheinen von einer zarten Schleimschicht umgeben zu sein, da sie manchmal zu mehreren nebeneinander liegen.

Zellen sehr klein, max. bis 8 μ lang, 2–3 μ breit.

Vorkommen: Zweimal in etwas größeren Mengen am Grund von Wiesengräben zusammen mit einer sehr zarten *Mougeotia* und einem ebenfalls sehr zarten *Tribonema*. Wiese bei Goldberg im Böhmerwalde; Graben bei Untermoldau im Böhmerwalde.

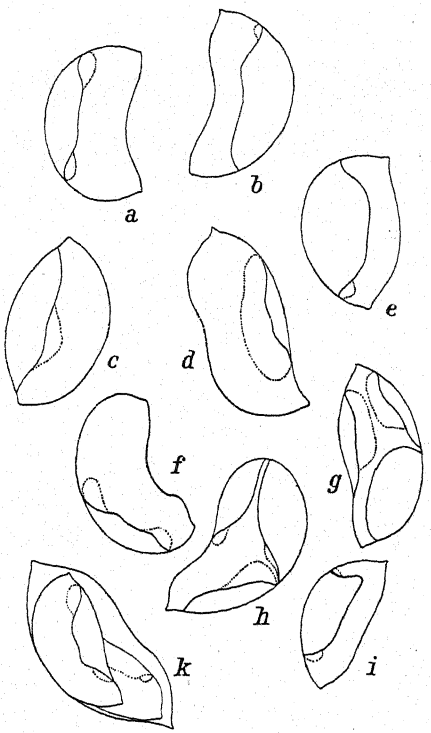


Fig. 300. *Nephrodiella acuta: a, b, i* typische Zellformen; *c, d, e* abweichende Formen; *k* Vermehrung.

Herr Kollege Skuja teilte mit, daß er *Nephrodiella* in Estland gefunden habe. Ich vermag aber nicht zu sagen, um welche Art es sich gehandelt hat.

12. Monodus[1]) Chodat 1913 (Fig. 301–315).

(Name von *μόνος* einzeln, *ἡ ὀδοῦς* der Zahn.)

Chodat, Monograph. d'algues en culture pure **1913**; Mat. pl. flore crypt. Suisse **4**, fasc. **2**, 185. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 51. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 393.

[1]) Entsprechend dem Geschlecht des griechischen Wortes *ὀδοῦς* ist „*Monodus*" trotz der Endung auf „us" gramm. nicht männlich, sondern weiblich.

Syn.: *Chlorella* pro parte GERNECK, Beih. Bot. Centralbl. **23**, Abt. 2 (1907) 248, 249-50.

Zellen einzeln oder nur vorübergehend in kleinen, sich später meist auflösenden Lagern vereinigt. Normalerweise nicht festsitzend, mit charakteristischer, meist asymmetrischer Form: im Prinzip ellipsoidisch bis ellipsoidisch eiförmig, manchmal gestreckt: Mit zwei sehr verschiedenen Enden. Das eine Ende meistens abgerundet, das andere Ende meist verschmälert, oft schief und eckig oder spitz endend und manchmal auch lang und spitzig ausgezogen. Nicht selten das schmälere Ende gebogen. Membran sehr zart, vielleicht bisweilen leicht verkieselt, bei manchen Arten zu Verschleimung neigend. In jeder Zelle einer oder mehrere (2–8) sehr zarte, gelblichgrüne, mulden- bis scheibchenförmige Chromatophoren, welche wandständig sind. Pyrenoid bei einer Art vorhanden.

Nach HOLLERBACH (1935, S. 269) zerreißt bei der Entleerung der Autosporen die Membran von *Monodus Chodati* in zwei Teile. Jedenfalls bedarf der Membranbau noch näherer Untersuchung.

Vermehrung — soweit gesehen — durch Autosporen, die zu zweien oder vieren, seltener zu 8 oder 16 in einer Zelle gebildet werden. Sie nehmen oft noch in der Mutterzelle die charakteristische Form an und werden durch Verschleimen und unregelmäßiges Aufreißen der Mutterzellmembran frei. An den Teilprotoplasten, welche zu Autosporen werden, hier und da kontraktile Vakuolen zu sehen. Cysten bei einer Art beobachtet, sie entstehen in der Ein- oder Zweizahl, haben eine derbe Membran, die zweiteilig ist und liegen gewöhnlich im erweiterten Ende der Zelle. Die Cysten werden durch Verschleimung und Abbau der Mutterzellhaut frei. Bei der Keimung der Cysten treten meistens zwei (selten nur eine) behäutete Zellen aus, die sehr bald die charakteristische Form annehmen.

Monodus wurde von CHODAT 1913 für jene Formen aufgestellt, die GERNECK 1907 als *Chlorella acuminata* beschrieben hatte, da er erkannte, daß es sich hier um eine Heterokonte handelt. PRINTZ nennt die Gattung problematisch, das kann aber nur insofern gemeint sein, als sie vielleicht nicht ganz homogen erscheint. Inwieweit unter *Monodus* Stadien anderer Algen vorhanden sind, wird sich erst durch die Kultur erweisen lassen. Einige Arten werden aber gewiß selbständig bleiben.

Monodus ist konvergent der Grünalgengattung *Dactylococcus* und ist von diesem besonders dann schwer zu unterscheiden, wenn er wenig oder keine Stärke bildet. *Dactylococcus* kann aber immer zur Stärkebildung gebracht werden, *Monodus* nicht. Im übrigen ist die völlige Stärkefreiheit von *Dactylococcus* eine relativ seltene Erscheinung, im allgemeinen bildet *Dactylococcus* Stärke aus. Sehr nahe kommt *Monodus* die Protococcale *Coccomyxa*. Von Heterokonten können mit *Monodus* verwechselt werden eventuell einige Arten von *Chlorocloster*. *Monodus* und *Chlorocloster* in ihren extremen Formen *Monodus guttula*, *M. subglobosa* auf der einen, *Chlorocloster obliquus* auf der anderen Seite, scheinen Extreme einer bestimmten Entwicklungsreihe zu sein, die durch Formen wie *Monodus dactylococcoides*, *Chlorocloster simplex* eineinander sehr nahe kommen und förmlich verbunden werden. Im allgemeinen neigen die *Monodus*-Arten dazu, 4–16 Autosporen zu bilden, während *Chlorocloster* meist nur zwei bildet. *Ellipsoidion* ist deutlich eiförmig und ohne spitze Enden, *Nephrodiella* ausgesprochen nierenförmig. Beide Gattungen stehen *Monodus* sehr nahe.

Einige Arten von *Monodus* (z. B. *M. Chodati*, *acuminata*. *pyreniger*) neigen unter nicht näher gegebenen Bedingungen dazu, mit dem schmäleren Ende festzukleben. Sie werden dadurch *Characiopsis*-artig. Bei einer Form, die ehedem als *M. ovalis* ging, ist dies nach Chodat und Poulton so häufig, daß sie diese Art zu *Characiopsis* als *Characiopsis ovalis* einstellten (siehe diese Art). Hier stehen noch experimentelle Untersuchungen aus und erst von diesen wird es abhängen, ob die Umstellungen zu *Characiopsis* gesichert sind. Ähnliche Verhältnisse auch bei einigen Arten einzelliger, in ihrer Form *Coccomyxa*-artiger Chlorophyceen.

Nach der Drucklegung des Manuskriptes ließ sich an einer, leider nur in geringer Menge vorliegenden, Art die Bildung und der Austritt von Schwärmern feststellen. Sie wurden zu zwei oder vieren gebildet, hatten die übliche Form der Heterokonten-Schwärmer, eine sehr kleine Nebengeißel und einen kleinen doch deutlichen Augenfleck. Länge 4–5 μ. Ihre Schwärmzeit war kurz. Sie bildeten zunächst *Ellipsoidion*-artige, behäutete Zellen, die aber sehr bald ungleiche Enden bekamen.

Die Arten sind sehr schwer zu bestimmen, einzelne Zellen übergehe man.

Bestimmungsschlüssel[1]).

I. Zellen meist fast kugelig.
  1. Ein Chromatophor.
    A. Zellen bis 5 μ lang . . . . . **Monodus guttula** *1.*
    B. Zellen bis 10 μ lang . . . . . **Monodus subglobosa** *2.*
  2. Mit mehreren Chromatophoren (marine Alge) **Monodus amici mei** *3.*

II. Zellen $1^1/_2$ mal bis achtmal länger als breit.
  1. Zellen meistens anderthalb bis 3mal so lang als breit.
    A. Ein oder zwei große Chromatophoren.
      a. Mit Pyrenoid. . . . . **Monodus pyreniger** *4.*
      b. Ohne Pyrenoid.
        α. Zellhaut sehr zart.
          * Zellen spitz bis sehr spitz . . **Monodus acuminata** *5.*
          ** Zellen stumpflich.
            + Zellen bis 9 μ lang . . . **Monodus subterranea** *6.*
            ++ Zellen 12–20 μ lang . . **Monodus coccomyxa** *7.*
        β. Zellhaut sehr dick, meist zwei Chromatophoren **Monodus cystiformis** *8.*
    B. Mit mehreren scheibchenförmigen Chromatophoren.
      a. Zellen fast ellipsoidisch, wenig nach vorne verschmälert **Monodus Chodati** *9.*
      b. Zellen deutlich verschmälert . **Monodus coccomyxoides.** *10.*
  2. Zellen in normaler Ausbildung meist 4–8mal so lang als dick
    A. Zellen an einem Ende lang und spitz, fast schnabelartig ausgezogen, meist stark gekrümmt . . . **Monodus curvata** *11.*
    B. Zellen mehr gerade, bis 8mal so lang als dick, an einem Ende verschmälert spitz bis stumpf . . **Monodus dactylococcoides** *12.*

1. Monodus guttula (Fig. 301).

Zellen breit kugelig-eiförmig bis birnförmig, manchmal im optischen Schnitt fast dreieckig; meistens an einem Ende etwas vorgezogen und spitz bis stumpflich, meistens etwas schief bis leicht gekrümmt oder gelegentlich fast halbmondförmig, manchmal ausgesprochen unregelmäßig. Einzeln lebend oder nur gelegentlich zwei bis drei miteinander verwachsen. Membran sehr zart, leicht verschleimend, ohne Verdickungen. Chromatophor sehr zart, wandständig, meistens in der Einzahl, gewöhnlich an der einen Seite, muldenförmig bis leicht schüsselförmig, oft sehr klein, meistens sehr blaß, nur in größeren

[1]) Der Bestimmungsschlüssel reicht nicht aus, es sind die Figuren und die Beschreibungen ständig zu vergleichen, ebenso wie eine einigermaßen sichere Bestimmung fast nur bei größerem Material möglich ist.

Zellen mehrere, dann auch scheibchenförmig. Keine roten Öltröpfchen, keine Eiweißkristalle. Vermehrung durch 2–4 Tochterzellen, welche durch Verschleimung und Aufreißen der Mutterzellhaut frei werden. Gelegentlich verkleben die Tochterzellen innerhalb der erweiterten Mutterzellhaut miteinander und treten dann zu zwei bis mehreren verbunden aus. Sie können allerdings sehr selten in diesem Verbande bleiben oder lösen sich aus dem Verbande aus. Auf diese Weise frei gewordene Zellen haben gewöhnlich kantige, winkelige Umrisse. Sporen nicht beobachtet.

Zellen sehr klein, 2–3 μ breit und 5 μ lang.

Vorkommen: An feuchten Stellen, Dachtraufen. Auch in Gräben. Erzgebirge, Böhmerwald und Uralpen wiederholt. Fehlt vielleicht im Kalkgebiete.

Ist gewissermaßen eine verkleinerte Form der *Monodus subglobosa*. Die Alge wird wegen ihrer Unscheinbarkeit sicher immer übersehen, um so leichter, als sie meist einzeln vorkommt und keine größeren Ansammlungen bildet.

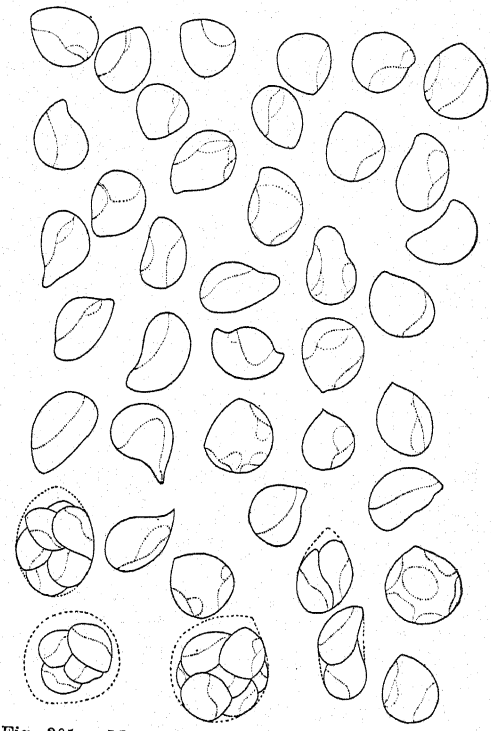


Fig. 301. *Monodus guttula:* Eine Reihe verschieden gestalteter Zellen; typisch die regelmäßigen breit eiförmigen Formen mit einem Chromatophoren. Im unteren Teil der Figur: verschiedene Stadien der Autosporenbildung. Die Autosporen bleiben gelegentlich eine Zeitlang miteinander verklebt und behalten dann auch nach dem Freiwerden einige schiefe Flächen und Kanten.

2. Monodus subglobosa (Fig. 302).

Zellen breit, fast kugelig eiförmig, oft breiter als hoch, gerade oder schief, an einem Ende zu einem kurzen Spitzchen zusammengezogen. Gelegentlich sehr unregelmäßige und schiefe Zellen. Chromatophoren sehr klein, meistens einer, seltener

zwei, oft nur einen kleinen Teil der Wand auskleidend, mulden- bis bandförmig. Membran sehr zart, manchmal an der Spitze „gallertig verdickt". Bildung von zwei bis acht Autosporen, die noch innerhalb der Mutterzelle die definitive Gestalt annehmen.

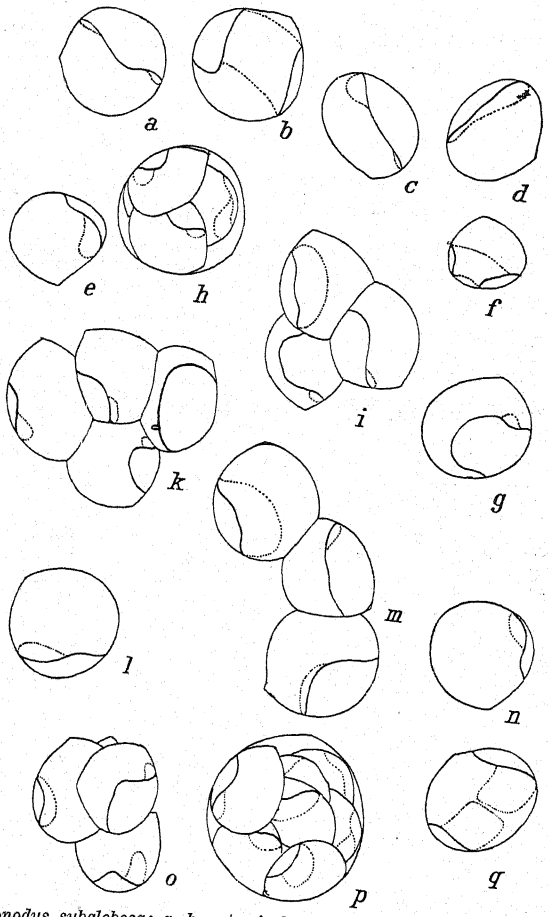


Fig. 302. *Monodus subglobosa: a, b, e* typisch geformte Zelle; *c, d, g* etwas einseitig gestaltete Zelle, meist ein Chromatophor, gelegentlich zwei (Fig. *q*); *h, p* Autosporenbildung: die Autosporen verwachsen manchmal zusammen und bilden dann zwei-, drei- bis vierzellige Verbände verschiedener Anordnung; *i, k, m, o* Zellen, welche aus diesen Verbänden isoliert werden, nehmen eine charakteristische eckige Form an; Chromatophor gelegentlich sehr klein, s. die Fig.: *k, l, o*.

Autosporen gelegentlich zu 3 oder 4 miteinander in verschiedener Weise verklebend und dann in diesen Verbänden austretend und auf diese Weise *Scenedesmus*-artige oder tetraedrische Kolonien bildend. Gelegentlich werden einzelne Zellen aus

diesen Kolonien herausgebrochen. Sie bekommen dadurch scharf winkelig ansetzende, fast ebene Flächen. Junge Autosporen gelegentlich mit kontraktilen Vakuolen. Andere Stadien nicht gesehen.

Diese Art ist durch den Ansatz zur Koloniebildung bemerkenswert. Möglicherweise muß sie aus der Gattung *Monodus* herausgenommen werden, falls es sich herausstellen sollte, daß die Koloniebildung im allgemeinen häufiger ist, als es bei meinem Material der Fall war.

Zellen durchschnittlich 7–10 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Vielleicht oligotherme Alge. Bis jetzt nur im Frühjahr gesehen mit *Draparnaldia* aus Schmelzwassertümpeln bei Mugrau (im südlichen Böhmerwalde); aus Vorarlberg: Wiesengräben am Hochtannberg-sattel bei Schröcken (1921).

Abgesehen von den Ansätzen zur Koloniebildung ist diese Art deshalb bemerkenswert, weil sie in ihrer Form vollkommen übereinstimmt mit *Monodus guttula*, die aber höchstens 5 μ in die Länge mißt. Möglicherweise besteht zwischen diesen beiden Arten genau dieselbe Beziehung wie z. B. zwischen den beiden Formen von *Characiopsis lageniformis* u. a.

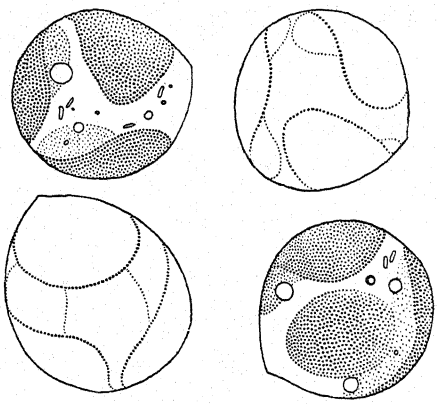


Fig. 303. *Monodus amici mei.*

3. Monodus amici mei Pascher 1914 (Fig. 303).

Pascher, Ber. Dtsch. bot. Ges. **23** (1915) 492 (Anhang) (ohne Abbildungen).

Zellen fast kugelig bis sehr breit eiförmig, mit zarter, wahrscheinlich verkieselter Membran, die an einer Seite in ein kurzes, oft gekrümmtes, manchmal nur angedeutetes Spitzchen ausgezogen ist. Seltener die Zellen an Stelle des Spitzchens an einer Seite nur leicht eckig vorgezogen. Chromatophoren 4–8, wandständig, plättchenförmig, manchmal sehr ungleich groß. Inhaltskörper wie sonst. Vermehrung, soweit beobachtet, durch 4, seltener 8 Autosporen.

Zellen 12–15 μ lang, 10–12 μ breit.

Vorkommen: *Monodus amici mei* ist marin und wurde in einigen marinen Planktonproben gefunden, die vorherrschend *Halosphaera* enthielten und sehr küstennah aufgenommen waren. Nordsee, Südküste Norwegens. Wahrscheinlich Litoralform, die nur sekundär ins Plankton gelangte.

Monodus amici mei ist der *Monodus Chodati* sehr ähnlich und erreicht auch deren Größe. Sie unterscheidet sich aber, abgesehen vom anderen Vorkommen, deutlich dadurch, daß sie im Verhältnis zur Länge viel breiter und fast kugelförmig ist.

Im Meere gibt es noch andere *Monodus*-Formen, die sich im Blaualgenschleim, ferner in den schleimigen Überzügen und in den Gallerten mancher Braun- und Rotalgen finden. Einzelne von ihnen sind auch Bewohner des Brackwassers und wahrscheinlich sehr euryhalin.

4. Monodus pyreniger (Fig. 64*a*, *b*; 304–305).

Zellen manchmal unregelmäßig, oft etwas schief eiförmig, bis zweimal so lang als breit, auf einer Seite breit abgerundet, auf der anderen Seite verschmälert und stumpf endend, meist einseitig stark gewölbt. Gelegentlich ausgesprochen horn-

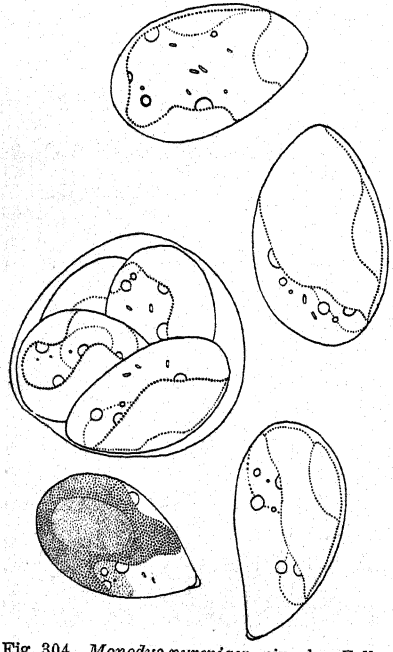


Fig. 304. *Monodus pyreniger:* einzelne Zellen und Autosporenbildung.

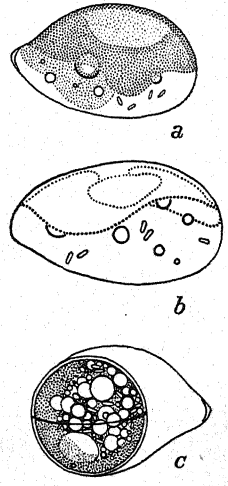


Fig. 305. *Monodus pyreniger:* *a* Zelle mit verdicktem Vorderende; *b* Zelle mit „gestieltem" Pyrenoid; *c* Bildung einer zweischaligen Spore.

förmig. Membran zart, manchmal am spitzeren Ende leicht verdickt. Manchmal sind mehrere Zellen in einer Schleimmasse vereinigt. Chromatophor einer, oft die gewölbtere Längsseite breit auskleidend, mit gelapptem Rande und das schmälere Ende meist freilassend. Annähernd in der Längsmediane der Zelle ein großes, brotlaibartiges gut differenziertes Pyrenoid, das vom Chromatophoren umgeben ist. Lage des Pyrenoides verschieden, manchmal gegen das stumpfe, manchmal gegen das spitze Ende der Zelle verschoben. In den Zellen gelegentlich Eiweißkristalle. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen. Die Tochterzellen einer oder zweier Generationen werden durch die verschleimenden Mutterzellmembranen eine Zeitlang zusammengehalten.

Bei dieser Art konnten innerhalb der Mutterzelle derbwandige Sporen festgestellt werden, deren Membran aus zwei Stücken bestand. Keimung der Sporen nicht beobachtet.

Zellen 12–15 μ lang, bis 9 μ dick.

Vorkommen: Ein einziges Mal in größerer Menge auf und im Schlamme einer Wasserwanne in der Soos bei Franzensbad. Wahrscheinlich leicht halophil (1928).

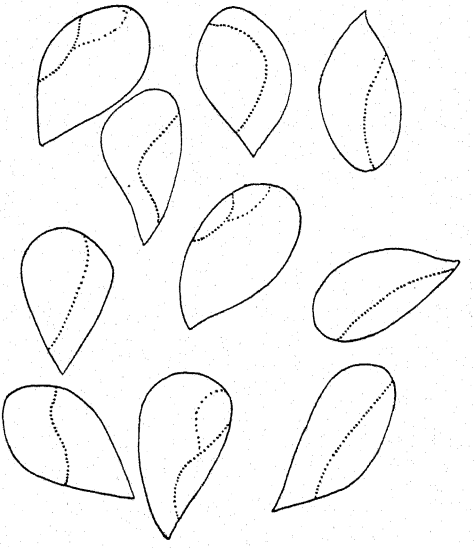


Fig. 306. *Monodus acuminata:* Die Form mit nur wenig verlängerten, spitzen Vorderenden.

5. Monodus acuminata Chodat 1913 (Fig. 306–307).

Chodat, Monograph. d'algues en culture pure. Mat. p. l. flore crypt. Suisse **4** (1913) fasc. **2**, 185. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 52.

Syn.: *Chlorella acuminata* Gerneck, Beih. Bot. Centralbl. **21**, Abt. 2, (1907) 249.

Abb.: Gerneck, a. a. O. (1907) Taf. 11, Fig. 37–44. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 393, Fig. 298. — Pascher, a. a. O. (1925) 49, Fig. 30 b.

Zellen meist etwas mehr als zweimal so lang als breit, gerade oder schief eiförmig, an einem Ende meist abgerundet, nach vorn stark verschmälert und spitz. Manchesmal (allerdings seltener) deutlich spitz ausgezogen. Membran sehr zart, manchmal mit leichter Hülle. Ein Chromatophor, der in seiner Größe sehr stark wechselt, meistens muldenförmig die Rückenseite auskleidet, doch auch oft im erweiterten Hinterende steht oder bauchseitig gelagert und manchmal sehr klein ist. In abnorm ver-

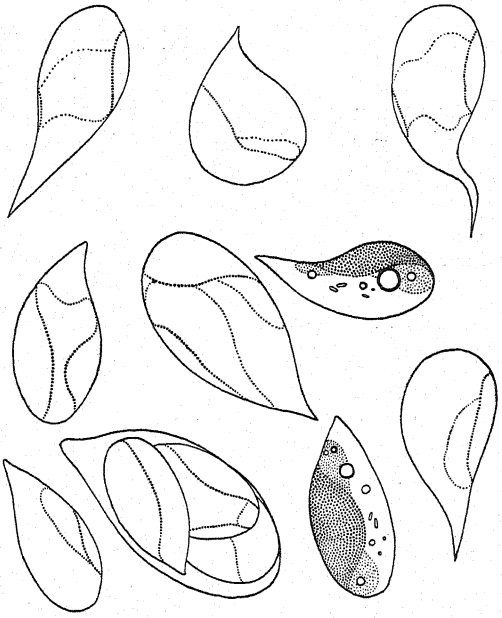


Fig. 307. *Monodus acuminata:* Die Form mit meist stark verlängerten, spitzen Vorderenden, einzelne Zellen und Autosporenbildung.

größerten Zellen (Teilungshemmung) manchmal zwei bis mehrere Chromatophoren. Vermehrung durch Autosporen beobachtet.

Zellen 7–11 μ lang, 2–5 μ breit, manchmal abnorm vergrößerte Zellen (Teilungshemmung).

Vorkommen: Mehr als Erdalge lebend, im feuchten Boden, am Grund von Bäumen, an Wegrändern, Fluß- und Teichufern: aus dem Göttinger Wald, um Prag, aus der Schweiz; auch aus Ackererde gezüchtet. Sehr verbreitet.

Vielleicht keine einheitliche Art. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die lang zugespitzten Formen eine eigene Reihe darstellen.

6. **Monodus subterranea** Boye-Petersen 1932 (Fig. 308).

Boye-Petersen, Arch. Prot. **76** (1932) 406.

Abb.: Boye-Petersen, a. a. O. (1932) Fig. 13, 1-3, S. 406.

Zellen eiförmig bis ausgesprochen ellipsoidisch, auch unregelmäßig länglich, an einem Ende oft geradlinig verschmälert und spitz, am anderen oft breit, doch auch unregelmäßig abgerundet, gelegentlich spindelförmig. Mit sehr zarter, anscheinend nicht verschleimender Membran. Chromatophor immer nur einer, der meistens sehr groß und immer wandständig ist und den größten Teil der Zelle auskleidet. Seine Ränder oft unregelmäßig und groß gelappt, so daß es gelegentlich aussieht, als seien mehrere Chromatophoren vorhanden. Chromatophoren gelbgrün, ohne Pyrenoid. Im Plasma meistens zahlreiche Öltropfen. Vermehrung durch Bildung von zwei Autosporen, die innerhalb der Mutterzelle fast zu ihrer normalen Größe heranwachsen.

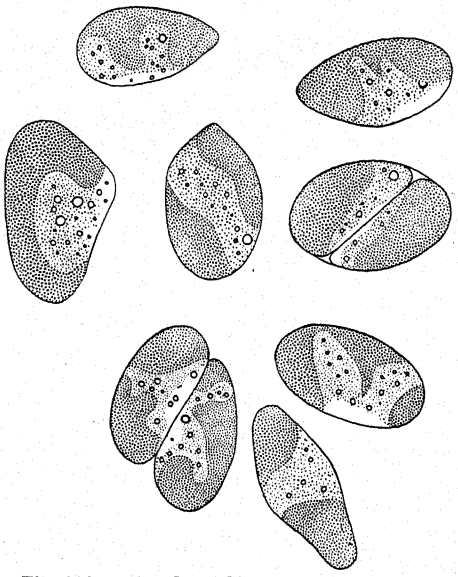


Fig. 308. *Monodus subterranea:* einzelne Zellen und Autosporenbildung (nach Boye-Petersen).

Zellen 7–9 μ lang, 3–5 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt Dänemark (Homslands Klit bei Ringkjoebing) bei ungefähr 10 cm Tiefe aus sandiger Ackererde gezogen. Auch in Böhmen in einer etwas größeren Form beobachtet (Ackererde aus der Prager Umgebung). Vielleicht (nach dem Prager Vorkommen zu schließen) eine kalkholde Form.

7. **Monodus coccomyxa** (Fig. 309).

Zellen mit deutlicher Bauch- und Rückenseite, schief und gestreckt eiförmig. Auf der Bauchseite fast ganz gerade oder auch manchmal etwas konkav, ein Ende abgerundet, manchmal etwas schief, am anderen Ende immer stumpf bis abgerundet stumpf, manchmal leicht zur Bauchseite gekrümmt,

nicht selten vor dem Ende etwas eingezogen. Zellen meist mehr als doppelt so lang als dick, mit sehr zarter Membran. Chromatophor immer einer, meist rückenständig, oft auch über das Hinterende ausgezogen, seltener auf der Bauchseite, meist weniger als die halbe Zelle auskleidend. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen bis 15 μ lang, 7 μ dick.

Vorkommen: Erdalge, die ich wiederholt aus Ackerböden oder Gartenerde bekam. Vielleicht verbreitet, in Proben aus der Erde nicht direkt wahrzunehmen, auch in Kulturen nicht leicht aufkommend und mit den üblichen Methoden nicht immer zu erhalten.

Diese Alge sieht Zellen der Grünalgengattung *Coccomyxa* besonders auffallend ähnlich, so daß ich sie auch zuerst für eine Art dieser Gattung gehalten habe.

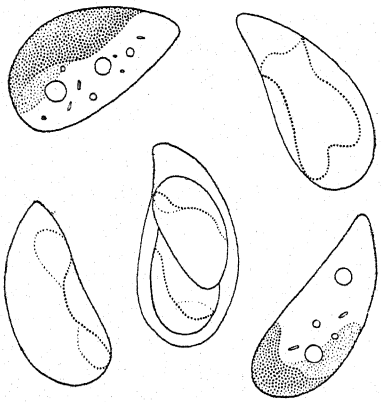


Fig. 309. *Monodus coccomyxa:* Einzelne Zellen und Autosporenbildung; beachte die verschiedene Lage und Form des Chromatophoren.

8. Monodus cystiformis (Fig. 310).

Zellen einzeln oder seltener zu mehreren verbunden bleibend, eiförmig bis birnförmig, manchmal birn-nierenförmig, in seltenen Fällen halbmondförmig, immer an einem Ende deutlich verschmälert und dort spitz bis stumpf, in seltenen Fällen auch das zweite Ende etwas spitzlich. Membran sehr derb, manchmal geschichtet und eigentümlich gelatinös aussehend, entweder gleich dick oder am verschmälerten Ende deutlich verdickt. In manchen Fällen diese Verdickung sehr auffallend und dann fast kappenartig dem einen Ende der Zelle aufsitzend. Bei zweispitzigen Zellen manchmal beide Enden mit Membranverdickungen versehen. Chromatophoren meistens zwei, wandständig. Vermehrung durch zwei oder vier Tochterzellen, die noch innerhalb der Mutterzelle die derbe Membran bekommen und durch Verschleimen der derben Mutterzellhaut frei werden. In manchen Fällen verkleben die Autosporen

innerhalb der Mutterzelle zu zwei oder drei, es treten dann zwei- oder dreizellige Verbände aus, die dann gewöhnlich erhalten bleiben oder aus denen einzelne Zellen austreten. Solche Zellen haben dann oft recht abweichende Formen. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 8–10 μ breit, 12–14 μ lang.

Vorkommen: Keine ausgesprochene Wasseralge, sondern an feuchten Stellen und hier einige Millimeter in die Erde eindringend. An schlammigen Ufern des Pirtschenteiches bei Eger, kleine grüne Fleckchen bildend. Da der Boden des Pirtschenteiches leicht salzig ist und Ausblühungen zeigt, ist es nicht ausgeschlossen, daß die eigenartige Verdickung der Membran mit dem Vorkommen dieser Art zusammenhängt (1930).

9. Monodus Chodati

PASCHER 1925 (Fig. 311).

PASCHER, Süßwasserfl. 11 (1925) 52.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 30 c.

Zellen ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch-eiförmig, manchmal sehr regelmäßig, manchmal etwas schief. An einem Ende breit abgerundet, am anderen, schmäleren

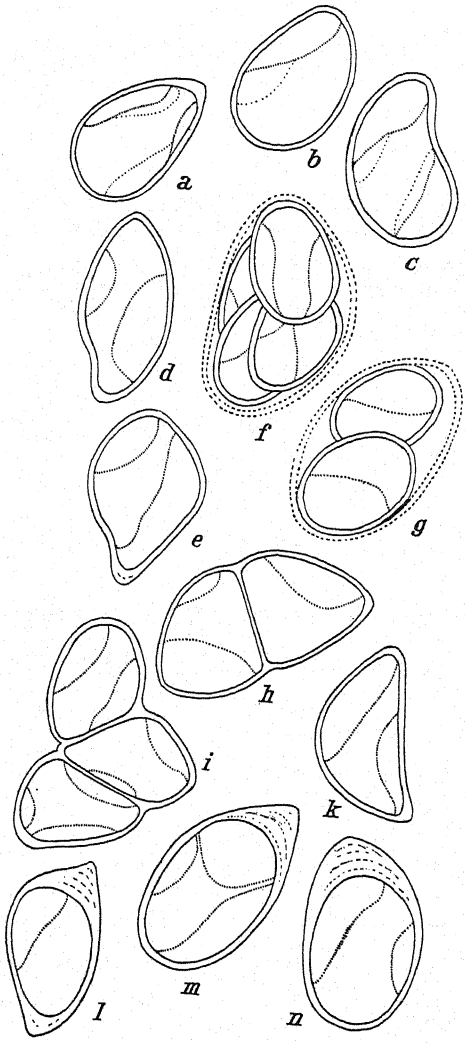


Fig. 310. *Monodus cystiformis: a, b* typische Zellformen; *c, d, k* abweichende Formen; *e, l, m, n* Formen, an einem oder beiden Enden mit sehr starken Membranverdickungen versehen; *f, g* Autosporenbildung; bei *h, i,* Zellen mit ihren Enden verklebt; *e, l* vegetative Zellen mit schief gestutztem Hinterende; isolierte, ursprünglich mit ihrem Hinterende verklebte Autosporen.

Ende leicht eckig bis verschmälert eckig stumpf. Niemals in ein scharfes Spitzchen ausgezogen, trotzdem aber die Zellen leicht asymmetrisch mit Bauch- und Rückenseite. Nur $1^1/_2$mal, höchstens zweimal so lang als breit. Membran sehr zart und sehr leicht verschleimend, so daß oft mehrere Zellen in unregelmäßigen Gruppen vereinigt sind. Chromatophoren scheibchenförmig, 2–4, sehr selten nur einer, in alten Zellen oft diffus und maschenförmig. Vermehrung durch Autosporen, die, zunächst ellipsoidisch, sich gegenseitig sehr stark abplatten und erst nach dem Austritt aus der Mutterzelle die charakteristische Form annehmen.

Länge der Zellen 10, meistens aber 13–15 μ, Breite 6–9 μ.

Vorkommen: Bis jetzt nur zweimal aus Böhmen, in stehenden Gewässern, in angetriebenen, leicht faulenden Algenwatten an Teichrändern (Hirschberger Großteich in Nordböhmen); aus einem Altwasser der Olsch im Böhmerwald in *Spirogyra*-Watten.

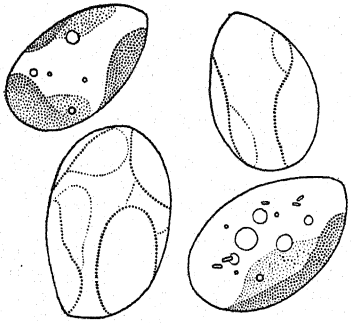


Fig. 311. *Monodus Chodati.*

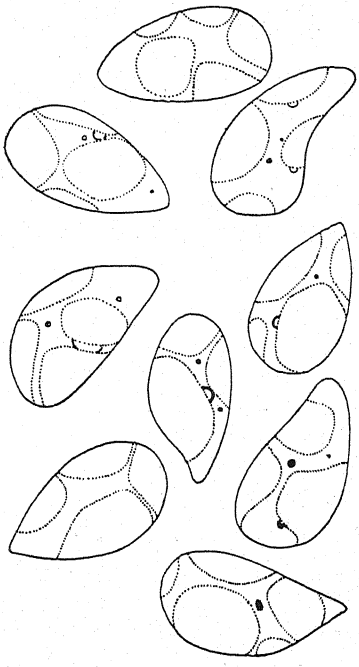


Fig. 312. *Monodus coccomyxoides.*

Hollerbach gibt (1935, S. 269) eine in Wasserkulturen heraus gezüchtete Erdalge an, die noch zu *Monodus Chodati* gehört (Maße 6,5–11,7 : 7,8–14,3 μ). Die Alge gab Membranbläuung bei Chlorzinkjod-zusatz. Membran manchmal sehr derb. Hollerbach hat auch Dauerstadien beobachtet.

10. Monodus coccomyxoides (Fig. 312).

Zellen plump, 2–$2^1/_2$mal so lang als breit, nach vorn ungefähr aus der Mitte einseitig verschmälert, gerade oder leicht gekrümmt,

breit stumpf bis spitzlich endend. Haut sehr zart, ohne Verdickungen. Chromatophoren 4–10, scheibchenförmig, oft recht ungleich groß, wandständig. Nur selten 1–2 Chromatophoren. Rote Öltropfen nicht selten vorhanden. Bildung von vier Autosporen gesehen. Autosporen manchmal fast kugelig austretend, erst frei geworden die charakteristische Form annehmend. Andere Stadien nicht gesehen.

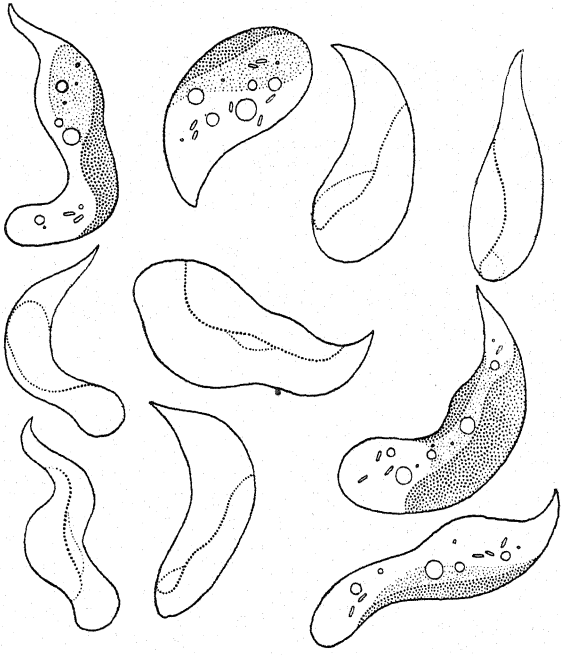


Fig. 313. *Monodus curvata.*

Zellen 5–7 μ dick, bis 12 μ lang. Auch kleinere Formen gelegentlich.

Vorkommen: Vielleicht recht verbreitete, aber meist übersehene Alge, die im Freiland nicht in großen Lagern aufzutreten scheint. Aus einem Straßengraben bei Haffkrug in der Lübschen Bucht. Aus einem Wiesentümpel am Ritten bei Bozen in welchem Jauche eingeflossen war. Vielleicht auf hohe Stickstoffwerte eingestellt.

Steht vielleicht der *Monodus coccomyxa* nahe. Diese hat aber immer nur einen Chromatophoren und ist meist deutlich größer.

11. Monodus curvata (Fig. 313–314).

Zellen viel länger, 3–6mal so lang als breit. Hornförmig gekrümmt, niemals gerade, sondern winkelig gebogen und dabei windschief verdreht. Gelegentlich in der Mitte ausgebaucht. Das eine Ende breit abgerundet, das andere sehr lang, nicht selten verschmälert und ausgezogen spitz; manchmal dieses verschmälerte Ende hornförmig umgebogen. Membran im Verhältnis zu den anderen Arten etwas derber, doch ohne Skulp-

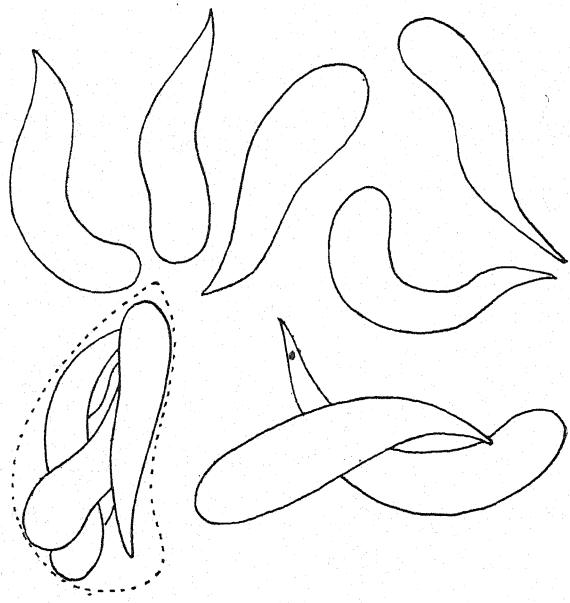


Fig. 314. *Monodus curvata.*

tur. Chromatophor — soweit gesehen — immer nur einer, rücken- oder bauchständig und in seiner Größe sehr wechselnd, mulden- bis rinnenförmig. Große Chromatophoren fast völlig maschenförmig zusammenschließend. Vermehrung durch Autosporen, meistens nur zwei Autosporen gebildet.

Zellen 4–5 μ dick, 12–25 μ lang.

Vorkommen: Wasseralge. In *Ulothrix*-Watten im Böhmerwald (Wiesentümpel), aus Granattrichtern am Plöckenpasse, Kärnten; Randtümpel des Offensees im Salzkammergut. Vielleicht etwas oligotherm und wahrscheinlich kalkhold.

Diese Alge kann besonders in ihren verlängerten Formen sehr leicht mit der Protococcale *Dactylococcus* verwechselt

werden. Parallelausbildung zu *Chlorocloster angulus* (siehe S. 461, Fig. 322, 323), der ebenfalls gekrümmt und windschief verdreht ist.

12. Monodus dactylococcoides (Fig. 315).

Zellen gestreckt eiförmig bis gestreckt birnförmig, gerade oder leicht gekrümmt und daher hornförmig. Ein Ende meistens abgerundet, das andere schief verschmälert, stumpf bis spitz. Meistens vier- oder noch mehrmals länger als breit. Einzelne Zellen manchmal an beiden Enden verschmälert. Chromatophor einer, wandständig, meistens die konkave Seite der Zelle auskleidend, oft sehr blaß, ohne Pyrenoid. Keine Öltropfen, keine Eiweißkristalle. Vermehrung durch 2–16 Tochterzellen, welche innerhalb der erweiterten Mutterzellhaut sehr rasch heranwachsen. Gelegentlich, besonders wenn nur zwei Autosporen gebildet werden, verkleben die Tochterzellen mit ihren verbreiterten Enden. Sie treten dann auch oft gemeinsam aus; isolieren sie sich dann später, so ist das breite Ende meistens schief oder fast waagerecht abgeschrägt.

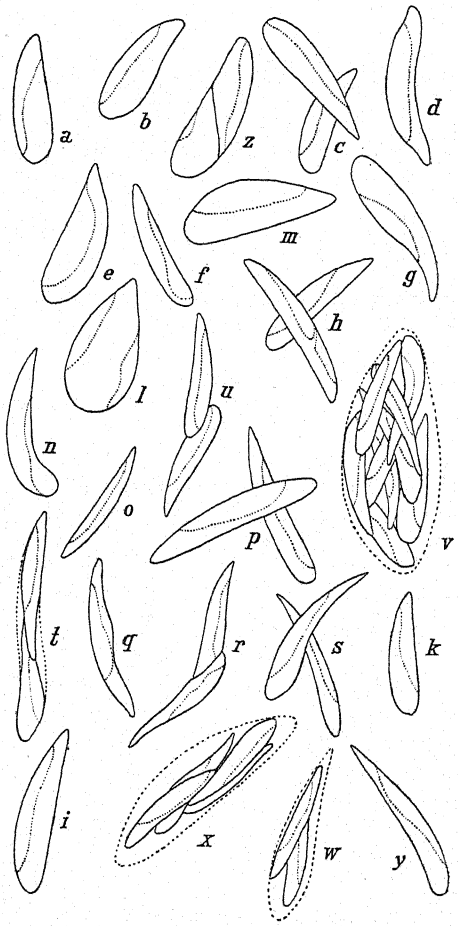


Fig. 315. *Monodus dactylococcoides: a, b, c, e, f, h, i, k, p* normale Zellform; *b, d, g, n, o, q, y* abweichende Zellformen; *l, m* abweichend große Formen; *r, u* junge Zellen, die verklebt ausgeschieden sind; *s* Zellen mit abgeschrägtem Hinterende: junge Zellen, die lange mit den Hinterenden verklebt waren und sich erst spät trennten; *t, v, w, x, z* Vermehrung.

Zellen 3–4 μ dick, bis 18 μ lang.

Vorkommen: Einmal in großen Mengen aus einem Altwasser der Ischl

bei Ischl (Oberösterreich), mit *Geminella*, *Tetraspora* usw. Vielleicht kalkholde Form (1917).

Diese Art nähert sich der Gattung *Chlorocloster*, wie auch *Chlorocloster* in einzelnen Arten gelegentlich Formen ausbildet, die sich *Monodus* nähern. Möglicherweise stellen die genannten beiden Gattungen Extreme einer bestimmten Formabwandlung innerhalb der Heterococcalen dar.

13. Chlorocloster Pascher 1925 (Fig. 316–328).

(Name von χλωρός = grün, ὁ κλωστήρ = die Spindel.)

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 52. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 393.

Gestreckte bis lang gestreckte, spindelförmige bis ungleich spindelförmige oder auch schwach ellipsoidische, manchmal an den Enden schief verschmälerte Zellen, die bis über achtmal so lang wie breit werden und stumpfe, kurzspitzige bis lang ausgezogen spitze Enden haben, wobei die beiden Enden nicht selten ungleich sein können. Sehr häufig sind die Zellen leicht bis sehr stark, ja fast kreisförmig, wellen- oder S-förmig gekrümmt. Manchmal die beiden Schenkel der gekrümmten Zelle windschief zueinander verdreht. Zellen nicht zu bündelförmigen Kolonien vereinigt, sondern einzeln lebend oder durch zarte Gallerte mehr oder weniger regellos zusammengehalten, soweit nicht, speziell bei einer Art, die Zellen seitlich oder mit ihren Enden etwas verkleben. Membran aus einem Stück, meist sehr zart und ohne jede Verdickung und Skulptur, auch nicht an den Enden verdickt. Chromatophoren wandständig, in der Einzahl bis in der Mehrzahl, muldenförmig bis scheibchenförmig mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung zu allermeist in der Form, daß nach Teilung des Protoplasten zwei Autosporen hintereinander gebildet werden, welche sehr bald zu normaler Form heranwachsen und die verschleimte Mutterzellhaut aufreißen. Gelegentlich werden die jungen Zellen längere Zeit durch die eng anliegende Mutterzellhaut fest zusammengehalten und platten sich an den Berührungsstellen stark ab. Doch Autosporen auch zu 4 oder 8 gebildet. Dieser Vorgang (Ausnahme *Chl. dactylococcoides*) selten. Autosporen manchmal mit kontraktilen Vakuolen. Schwärmerbildung nicht völlig ausgeschlossen. Dauerstadien beobachtet in der Form, daß sich der Inhalt mit oder ohne Teilung innerhalb einer Zelle abrundet und mit einer festen Membran umgibt (1–4 dickwandige Sporen).

Chlorocloster ist in seinem Gattungsumfang relativ schwer zu umgrenzen, da manche Formen jenen *Monodus*-Arten, die längere Zellen besitzen, um so mehr nahekommen, als einzelne *Chlorocloster*-Arten ebenfalls sehr ungleiche Zellenden haben. *Raphidiella* hat gerade oder nur wenig gekrümmte Zellen, die zumeist in Bündeln vereinigt werden. *Bumilleriopsis* besitzt eine zweiteilige Membran. *Chlorocloster* hat unter den Chlorophyceen eine Parallelgattung: *Keratococcus* (= *Ourococcus* CHODAT et GROBETY = *Dactylococcus* haud NAEGELI).

Einige *Chlorocloster*-Arten sind typische Erdalgen, die aber nur wenig gleichmäßig verbreitet erscheinen, weil sie vielleicht bestimmte Ansprüche stellen. Andere Arten leben auf feuchtem Schlamm oder an feuchten Ufern. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es noch mehr Arten gibt, die ausgesprochene Wasseralgen sind.

Die Artumgrenzung ist sehr schwierig, die einzelnen Arten variieren sehr stark; der Bestimmungsschlüssel allein reicht für die Bestimmung nicht aus.

Bestimmungsschlüssel.

I. Zellen spindelförmig bis nadelförmig, mehrmals länger als breit.
  1. Zellenden sehr verschieden, das eine oft sehr stumpf bis abgerundet, das andere ausgezogen.
    A. Eine oder wenige Chromatophoren **Chlorocloster inaequalis *1*.**
    B. Meist viel kleine Chromatophoren, ein Zellenende oft sehr lang und dünn, förmlich schwanzartig ausgezogen **Chlorocloster caudatus *2*.**
  2. Zellenden nur wenig voneinander verschieden.
    A. Enden spitz bis stumpf, nicht nadelförmig ausgezogen.
      a. Zellen wenig gekrümmt.
        α. Ohne Pyrenoid.
          * Membran sehr zart . . . . **Chlorocloster terrestris *3*.**
          ** Membran sehr dick . . **Chlorocloster pachychlamys *4*.**
        β. Mit Pyrenoid . . . . . **Chlorocloster pyreniger *5*.**
      b. Zellen sehr stark gekrümmt, die beiden Arme der Zelle windschief gegeneinander verdreht . . **Chlorocloster angulus *6*.**
    B. Enden sehr lang und fein ausgezogen **Chlorocloster raphidioides *7*.**

II. Zellen kurz und plump, 2–4mal länger als breit.
  1. Zellen beiderseits oder einseitig stumpf **Chlorocloster simplex *8*.**
  2. Zellen beiderseits spitz (oft in Verbänden) **Chlorocloster dactylococcoides *9*.**

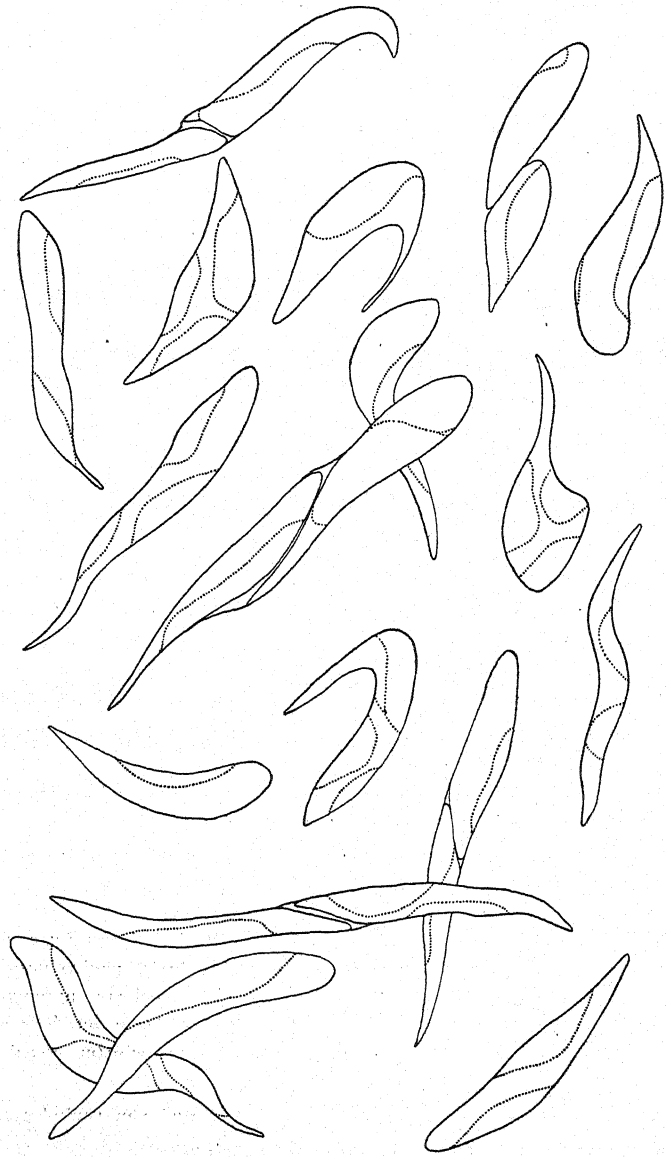


Fig. 316. *Chlorocloster inaequalis:* verschiedene Zellformen, 3–4 Zellen in Vermehrung begriffen; die unregelmäßigen, an einem Ende stark abgestutzten Zellen dadurch entstanden, daß die jungen Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle lange miteinander in Verbindung standen.

1. Chlorocloster inaequalis (Fig. 316).

Zellen bis siebenmal so lang als dick, leicht bis stark gekrümmt, oft winkelig eingebogen, an einem Ende meist sehr lang, oft wellig ausgezogen, verschmälert und spitz; das andere Ende fast immer stumpfer bis abgerundet. Dadurch bekommen die Zellen ein fast keuliges Aussehen. Das stumpfe Ende manchmal schief abgeschrägt. Membran sehr leicht verschleimend. Chromatophoren einer bis wenige, wandständig, oft ungleich groß. Kein Pyrenoid. Vermehrung durch Bildung zweier, hintereinander liegender Autosporen, die durch die Mutterzellhaut oft lange zusammengehalten werden. Oft treten die jungen Zellen sehr spät aus und behalten dann die Abschrägung des einen Endes bei, in anderen Fällen wachsen die jungen Zellen innerhalb der Mutterzelle übereinander hinweg. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 3–5 μ dick, bis 26 μ lang.

Vorkommen: Keine ausgesprochene Erdalge, auf feuchten, überrieselten Stellen grüne Flecke bildend. Aus einem Graben in der Nähe von Franzensbad.

Diese Art leitet zu *Monodus* dadurch über, daß die beiden Enden sehr ungleich sind. Da es auch bei *Monodus* gestreckte Zellen gibt (*Monodus dactylococcoides*), so können leicht Verwechslungen stattfinden. Für *Chlorocloster inaequalis* konnte aber nur die Bildung von zwei hintereinander liegenden Autosporen festgestellt werden.

2. Chlorocloster caudatus (Fig. 317).

Zellen gestreckt eiförmig bis ellipsoidisch, gerade oder meist gekrümmt, an einem Ende sehr lang und dünn, fast schwanzartig ausgezogen; das andere Ende meist abgerundet und niemals ausgezogen. Membran überaus zart, manchmal etwas verschleimt. Chromatophoren zahlreich, klein, scheibchenförmig; meist sehr blaß bis fast farblos. Bildung von 2–4 Tochterzellen, die noch innerhalb der Mutterzelle verschiedene Enden bekommen und sich meist bald trennen. Manchmal aber werden sie durch längere Zeit von der gedehnten, eng anliegenden Zellhaut zusammengehalten und verkleben dann zu Zweien oder Vieren; solche *Scenedesmus*-artige Kolonien können dann bestehen bleiben. Sporen nicht gesehen.

Zellen bis zu 6 μ dick, bis 25 μ lang oder länger.

Vorkommen: Sehr unscheinbare Alge, die wegen ihrer Blässe leicht übersehen wird. In stark gedüngten Wiesengräben bei Lauffen an der Traun im Salzkammergut.

Die Alge ist durch die Neigung, zwei- oder vierzellige, *Scenedesmus*-artige Kolonien zu bilden, von Bedeutung für das Verständnis des Zustandekommens kolonialer Formen.

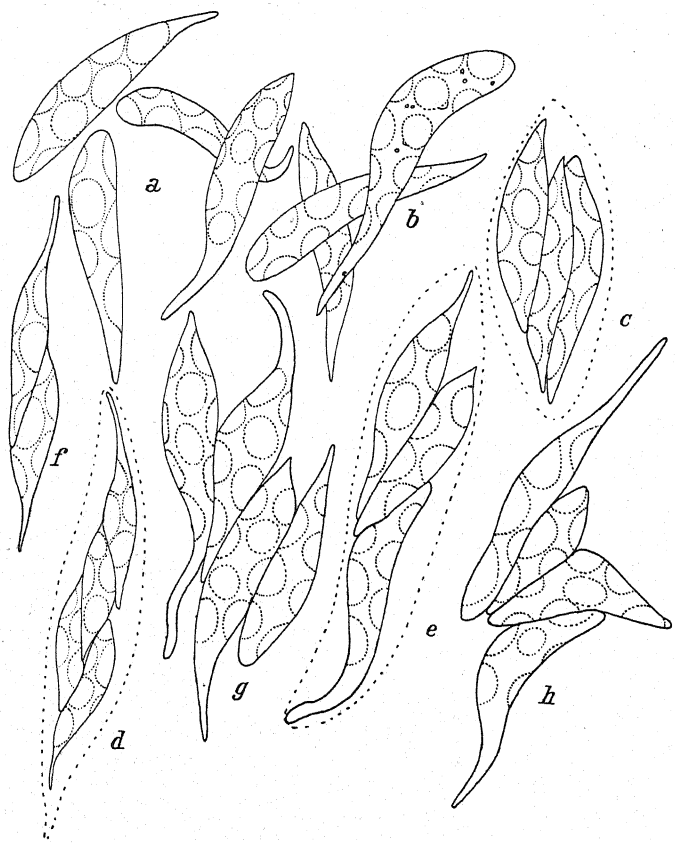


Fig. 317. *Chlorocloster caudatus.* *a—b* verschiedene Zellformen; *c, d, e, f* Autosporenbildung; *g, h* vierzellige Verbände.

3. Chlorocloster terrestris Pascher 1925 (Fig. 318–319).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 53. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 393.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 34, S. 53. — Printz, a. a. O. (1927) Fig. 297, S. 393.

Zellen gestreckt spindelförmig, gerade oder wellig, bis S-förmig gebogen, gegen die Enden deutlich bis scharf verschmälert

und dann stumpf bis spitz, nicht aber ausgezogen spitz endend. Wenn spitz, dann füllt der Protoplast die Enden nicht völlig aus. Chloroplasten wandständig, drei oder mehrere, meist ungleich groß und dann nicht selten gelappt und damit noch mehr Chromatophoren vortäuschend, oft sehr blaß. Die jungen, meist zu 2 gebildeten Tochterzellen die erweiterte Mutterzelle ganz ausfüllend und meist in unregelmäßiger Form austretend.

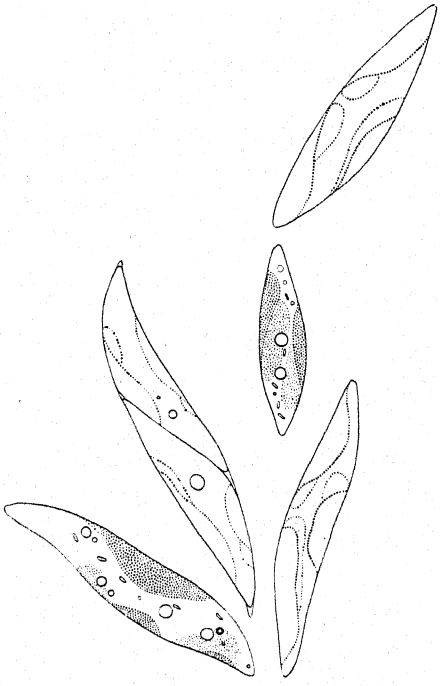


Fig. 318. *Chlorocloster terrestris:* vegetative Zellen, eine in Vermehrung begriffen.

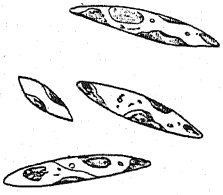


Fig. 319. *Chlorocloster terrestris:* charakteristisches Aussehen der Zelle bei leichtem Austrocknen.

Vegetative Zellen nicht selten zu zweien oder auch zu mehreren durch zarte, ungeschichtete Gallerte (möglicherweise durch die stark verschleimten Mutterzellmembranen) zusammengehalten.

Zellen 3–5 μ dick, vier- und mehrmals länger.

Wahrscheinlich umfaßt *Chlorocloster terrestris* mehrere Arten.

Vorkommen: *Chlorocloster* gehört jener charakteristischen Gesellschaft von Algen an, welche am Grund von Baumstämmen und an feuchten Stellen leben (*Keratococcus*, aerophile Blaualgen, Diatomeen, gewisse Chrysophyceen, *Hormidium* und auch *Porphy-*

ridium). Niemals in größeren Mengen auftretend und in Kulturen sehr schwer und nur sehr spärlich angehend. Vielleicht hoher Stickstoffbedarf? Am Grund alter Bäume aus dem Hirschgraben in Krummau (Südböhmen), wiederholt aus halbtrockenen Straßengräben usw.

4. Chlorocloster pachychlamys (Fig. 320).

Zellen einseitig spindelförmig bis leicht S-förmig, manchmal etwas unregelmäßig; bis 6mal so lang als breit, an den Enden meistens etwas ungleich, stumpf. Membran sehr dick, manchmal an den besonders verdickten Enden leicht geschichtet, sehr hell, doch fest. Chromatophoren mehrere, 3–7, wandständig, muldenförmig bis leicht bandförmig, in einer Zelle meistens sehr ungleich groß. Gelegentlich Eiweißkristalle; rote Öltröpfchen gesehen. Vermehrung durch Bildung von zwei, öfters auch von vier Tochterzellen, welche unter Umständen vorübergehend zusammenbleiben können und erst nach Verschwinden der gedehnten Mutterzellhaut auseinander brechen; solche spät voneinander getrennte Zellen unregelmäßig. Manchmal wandeln sich die Autosporen innerhalb der Mutterzelle in sehr dickwan-

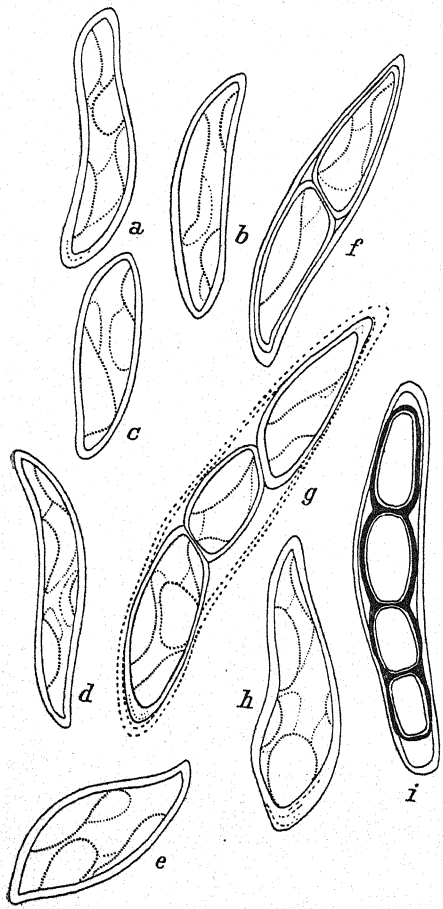


Fig. 320. *Chlorocloster pachychlamys: a–d* typische vegetative Zellen; *f, g* Vermehrung, bei *g* die Tochterzellen mit ihren dicken Membranen etwas zusammengebacken; bei der Isolierung solcher Zellen ergeben sich Zellformen, die sehr einseitig abgestutzt sind und außerdem meistens etwas dick sind; *i* Sporenbildung, die Teilprotoplasten für die Tochterzellen haben sich in dickwandige Sporen umgewandelt.

dige Sporen um. Andere Stadien nicht gesehen. Bemerkt sei, daß die jungen Protoplasten, bevor sie sich zu Autosporen behäuten, kontraktile Vakuolen und gelegentlich auch das Stigma haben.

Zellen 4–7 μ dick, bis 30 μ lang.

Vorkommen: Zweimal beobachtet. Am Ufer kleiner Wassertümpel am Wege Braunschweig—Riddagshausen; aus *Erica tetralix*-Tümpeln in den Dünen von Sylt.

Diese Art deckt sich in bezug auf den Protoplasten völlig mit den anderen *Chlorocloster*-Arten, fällt aber durch die dicke Membran aus. Da die dicke Membran immer schon an den jungen Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle gebildet wird, so wird diese dicke Membran nicht nur gelegentlich gebildet, sondern stellt aller Wahrscheinlichkeit nach ein charakteristisches Merkmal dieser Alge dar. *Chlorocloster pachychlamys* verhält sich in bezug auf die Membran genau so wie *Monodus cystiformis* (Fig. 310). Beide Arten sind in bezug auf Membranbildung völlig konvergent geworden, auch darin, daß beide Arten dazu neigen, die jungen, dickwandigen Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle gelegentlich zu mehrzelligen Verbänden zu verbacken. Vielleicht besteht zwischen der Ausbildung dicker Membranen und der Neigung zum Zusammenbacken der Tochterzellen eine kausale Beziehung. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß spätere Untersuchungen eine generische Abtrennung dieser Art notwendig machen.

5. Chlorocloster pyreniger (Fig. 321).

Zellen derb, spindelförmig, gerade oder leicht S-förmig gekrümmt, oft einseitig ausgebaucht, an beiden Enden gleichmäßig verschmälert spitz oder ein Ende etwas verlängert, selten beide Enden stumpf. Gelegentlich ein Ende schief gestutzt, Zellen im optischen Längsschnitt dann fast dreieckig (Autosporen, die lange Zeit durch die Mutterzellhaut zusammengehalten wurden). Seltener sind unregelmäßig-halbmondförmige bis sichelförmige Formen. Membran sehr zart und zur Verschleimung neigend, an den Enden nicht verdickt. Chromatophor einer, sehr selten zwei, gewöhnlich muldenförmig den konvexen Teil der Zelle auskleidend, groß, tiefgrün; mit einem großen, länglichen, mehr oder weniger zentral gelegenen Pyrenoid versehen. Bei zwei Chromatophoren nicht selten der eine Chromatophor pyrenoidfrei. Vermehrung durch Bildung von zwei, selten vier oder acht behäuteten Tochterprotoplasten

innerhalb der erweiterten Membran. Werden nur zwei Autosporen gebildet, so liegen sie meistens schief hintereinander und werden nicht selten durch die lange erhalten bleibende, gedehnte Mutterzellmembran beisammengehalten. Sie können dabei unter Umständen heranwachsen, sich nach Durchreißen der Mutterzellhaut isolieren, nehmen aber dann vielfach nicht mehr die definitive Form an. Einmal derbe, zweischichtige Sporen innerhalb der Zellhaut beobachtet. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen: 6–8 μ dick, bis 25 μ lang. Auch eine kleinere Form vorhanden.

Vorkommen: Keine Erdalge, an Teichufern in den angetriebenen Algenwatten (Hirschberger Großteich). Vielleicht sehr wärmeliebende Form.

Diese *Chlorocloster*-Art, die *Chlorocloster terrestris* nahesteht, weicht von allen bekannten Arten durch den Besitz des Pyrenoids ab; es gibt aber noch eine weitere pyrenoidführende *Chlorocloster*-Art, die ich zu wenig gesehen habe.

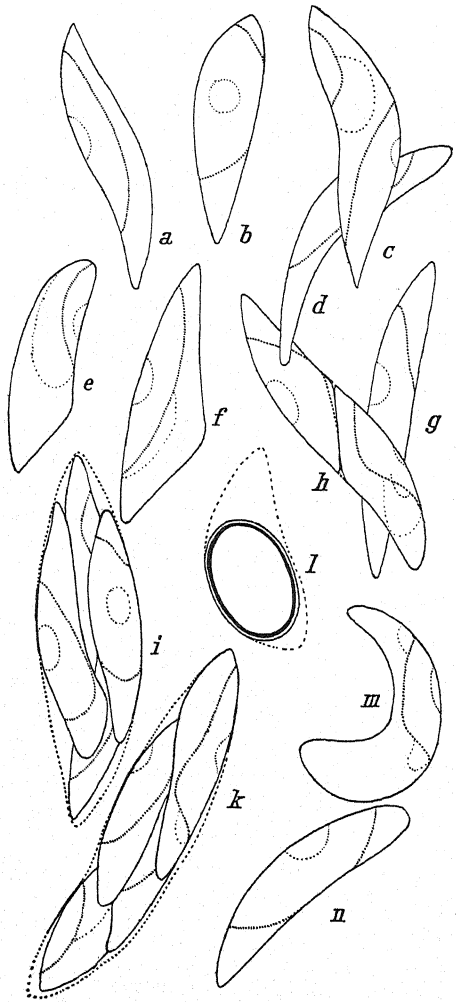


Fig. 321. *Chlorocloster pyreniger: a–d* typische Zellformen; *e, f* einseitig abgeschrägte Zellen, dadurch entstanden, daß sich die Tochterzellen innerhalb der eng anliegenden Mutterzellhaut an den Enden abplatteten; *h, i, k* Vermehrung; *l* Sporenbildung; *m, n* etwas unregelmäßige Zellen.

6. Chlorocloster angulus (Fig. 322–323).

Zellen gestreckt spindelförmig, gegen beide Enden zu verschmälert, doch stumpf und nicht spitz endend. Verschmälerungen an beiden Enden in der Form und auch in der Größe ungleich, dadurch die Zelle mit zwei verschiedenen und ungleich großen Hälf-

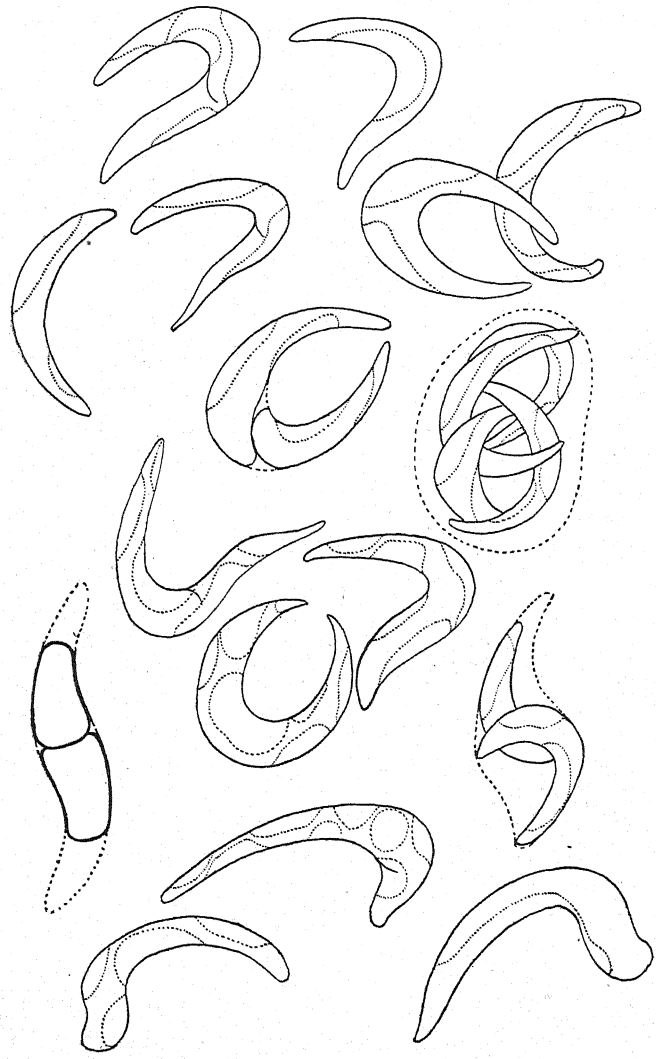


Fig. 322. *Chlorocloster angulus:* verschiedene Zellformen, Vermehrungsstadien. Bildung von zwei bis vier Tochterzellen; links Sporenbildung dadurch, daß sich die für die Tochterzellen bestimmten Protoplasten in Sporen umgewandelt haben.

ten versehen. Die längere Hälfte meistens mehr verschmälert und oft wellig. Die Zellen stark halbmondförmig bis über halbmondförmig gekrümmt, wobei die beiden Hälften nicht in einer Ebene liegen, sondern gegeneinander windschief verdreht sind. Die Zellen liegen demnach der Unterlage niemals flach auf. In seltenen Fällen sind die beiden Enden dadurch sehr ungleich, daß das eine Ende breit abgerundet, stumpf ist. Membran zart, sehr leicht verschleimend, so daß die Zellen nicht

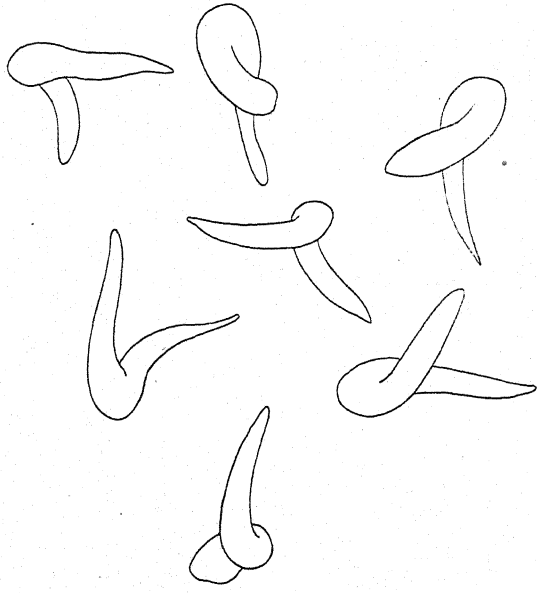


Fig. 323. *Chlorocloster angulus:* Seitenansicht von Zellen; man beachte die windschiefe Auseinanderdrehung der beiden Schenkel der gekrümmten Zelle.

selten zu mehreren in kleine Klümpchen vereinigt bleiben. Chromatophoren meist zwei bis mehrere; nur in seltenen Fällen zahlreiche, kleine, scheibchenförmige Chromatophoren. Chromatophoren immer ohne Pyrenoid, rötliche Tröpfchen vorhanden, Eiweißkristalle nicht gesehen. Vermehrung durch meist zwei, selten vier Autosporen, die noch innerhalb der gedehnten Mutterzelle die charakteristische, gekrümmte Form annehmen und schließlich durch Verschleimen der Mutterzellhaut frei werden. Werden zwei Autosporen gebildet, so liegen sie nicht selten hintereinander. In manchen Fällen bleibt nun die Mutterzellhaut den Autosporen sehr lange anliegend, so daß die Autosporen gewissermaßen innerhalb der gedehnten Mutter-

zellhaut heranwachsen. So entstandene Tochterzellen besitzen dann meistens eine breit abgestutzte, kurze Hälfte. In einem Falle, auch hier, konnte die Umwandlung zweier Autosporen in derbwandige Cysten (s. Fig. 322) beobachtet werden. Das Verhalten dieser derbwandigen Cysten blieb unbekannt.

Zellen 4–8 μ dick, bis 35 μ lang. In ihrer Größe sehr schwankend.

Vorkommen: Wiederholt in angetriebenen Algenwatten im Langenbrucker Teiche (Böhmen); vielleicht sehr wärmeliebende Form.

Trotzdem diese Art in ihrer allgemeinen Zellform anderen *Chlorocloster*-Arten nahekommt, weicht sie durch die charakteristische Auseinanderdrehung der beiden Zellhäften von allen anderen Arten ab. Durch diese merkwürdige Drehung der Zellhälften kommt *Chlorocloster angulus* dem *Keratococcus angulus* sehr nahe (Chlorophycee, Protococcale). Ebenfalls windschief verdrehte gekrümmte Zellen hat *Monodus curvata* (s. S. 450, Fig. 313/314), die kürzeren Zellen von *Chlorocloster angulus* recht ähnlich sehen kann.

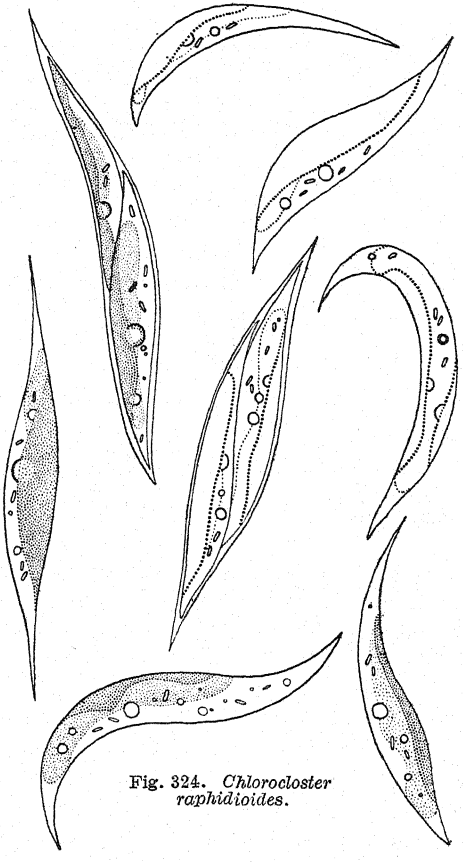


Fig. 324. *Chlorocloster raphidioides.*

7. Chlorocloster raphidioides (Fig. 324).

Zellen gerade, S-förmig oder gebogen, an beiden Enden meist lang zugespitzt und manchmal scharf und spitz lang ausgezogen; seltener an einem Ende deutlich weniger spitz als am anderen, manchmal einseitig und unregelmäßig erweitert. Meist

einzeln oder vorübergehend zu zweien oder mehreren durch zarte Gallerte zusammengehalten. Membran sehr zart. Chromatophor immer nur einer, wandständig und rinnenförmig, nicht selten mit grob gelapptem Rande und dann unter Umständen auch mehrere Chromatophoren vortäuschend. Manchmal Chromatophor sehr klein und auch nicht selten sehr blaß gefärbt. Öl- und Fetttropfen; kleine, kristalloide Körperchen. Vermehrung durch Bildung zweier Autosporen, die noch innerhalb der Mutterzelle annähernd die endgültige Form annehmen und durch die enganliegende, gedehnte Mutterzellhaut oft relativ lange zusammengehalten werden. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen bis 25 μ lang, bis 6 μ breit, meist aber viel schmäler.

Vorkommen: Vielleicht verbreitete Alge, die aber wegen ihrer Ähnlichkeit mit Arten der Grünalgengattungen *Ankistrodesmus* (*Raphidium*) oder *Keratococcus* verwechselt sein dürfte. Mehrfach beobachtet an Teichufern, ferner in Ackergräben (Hirschberg in Böhmen). Vielleicht vorherrschend terrestrisch.

8. **Chlorocloster simplex** (Fig. 325).

Zellen plump und unregelmäßig spindelförmig mit oft sehr ungleichen Flanken. 4–5mal so lang als breit. Enden meistens sehr ungleich, eines oft stumpf bis abgerundet, das andere verschmälert, doch niemals spitz. Zellen gerade oder hornförmig gekrümmt bis halbmondförmig. Membran sehr zart; Chromatophor relativ groß, in der Einzahl, nur bei verzögerter Teilung zwei Chromatophoren, muldenförmig zu allermeist der mehr gewölbten Seite anliegend. Chromatophor oft sehr blaß bis fast farblos und gelegentlich bandförmig und dann schief schraubig die Zelle durchziehend. Tochterzellen zu zweien gebildet, die unbehäuteten Teilprotoplasten mit einer kontraktilen Vakuole; Schwärmerbildung nicht ganz ausgeschlossen. Gelegentlich in den Zellen sehr große Eiweißkristalle. Kropfartig verbreiterte Zellen, die außerdem gewöhnlich sehr viel Fett enthalten, sind wohl als anormaler Zustand aufzufassen. Soweit gesehen, werden immer nur zwei hintereinander liegende Tochterzellen gebildet. Möglicherweise bei dieser Art Sporenbildung.

Zellen bis 5 μ dick, bis 15–20 μ lang.

Vorkommen: *Chlorocloster simplex* scheint eine verbreitete, wenn auch nur wenig häufige Erdalge zu sein. Ich fand sie wiederholt in der Erde von Blumentöpfen, seltener von Äckern. Vielleicht spielt für ihr Aufkommen die Ausgiebigkeit der

Düngung eine Rolle. In den üblichen Erdalgenkulturen geht sie nicht oder nur sehr selten auf und hält sich auch nicht.

Diese Art könnte, was die Formen der Zelle anbelangt, ebensogut bei *Monodus* stehen. Was mich veranlaßt, sie zu *Chlorocloster* zu rechnen, ist der Umstand, daß immer nur zwei,

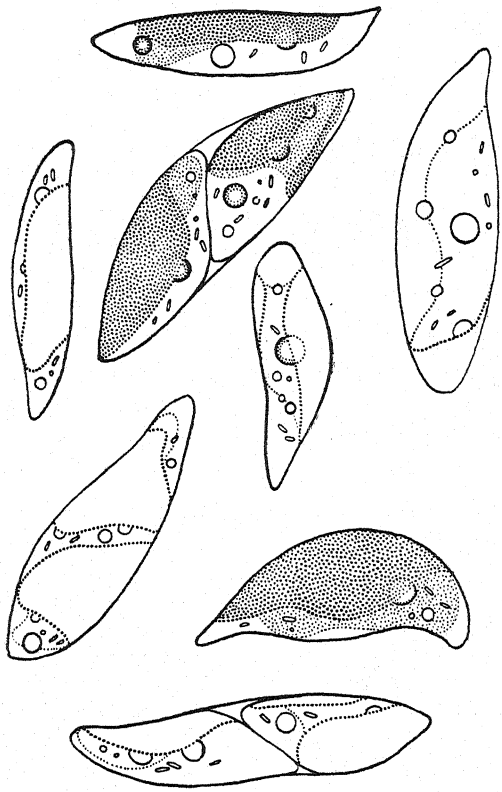


Fig. 325. *Chlorocloster simplex.*

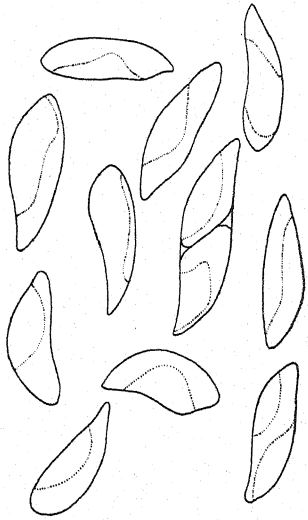


Fig. 326. *Chlorocloster minimus.*

und zwar hintereinanderliegende Tochterzellen gebildet werden, was weniger für *Monodus* und mehr für *Chlorocloster* spricht.

In die Nähe von *Chlorocloster simplex* gehört weiter eine Art, die in der Form mit *Chl. simplex* völlig übereinstimmt, aber manchmal nur 3 μ dick und nur bis 8 μ lang wird. Diese Form, die wie ein kleiner gekrümmter *Stichococcus* aussieht, hat vielleicht Schwärmerbildung **Chlorocloster minimus** in not.). Mehrere Male an Uferstellen gefunden, nicht in sauren Gewässern. Leider sah ich diese Art zu wenig.

Chlorocloster simplex, *Chl. minimus*, *Chl. dactylococcoides* verbinden die extrem lang ausgezogenen *Chlorocloster*-arten mit *Monodus*, ja sie könnten gegebenenfalls bei *Monodus* eingestellt werden, wie ja auch *Monodus* durch *M. dactylococcoides* u. a. zu *Chlorocloster* überführt.

Zur Gattung *Chlorocloster* möchte ich nur vorläufig folgende Alge, die nicht vollständig studiert werden konnte, stellen:

9. Chlorocloster dactylococcoides (Fig. 327–328).

Zellen einzeln, seltener in mehrzelligen, ketten- oder sternförmigen Verbänden. Einzelzelle breit und unregelmäßig spin-

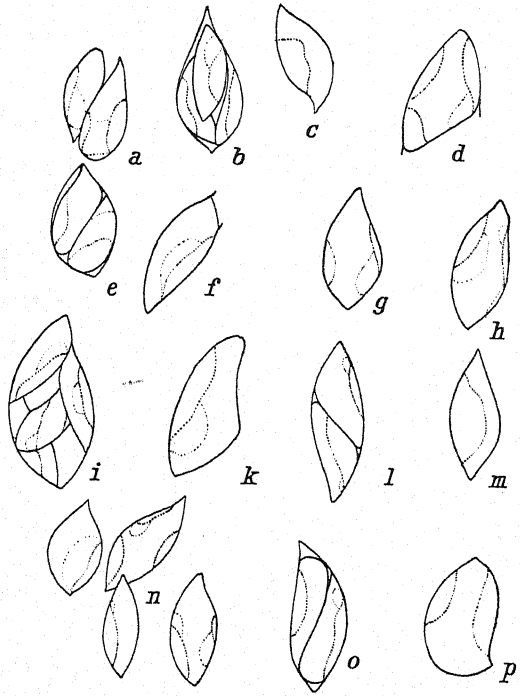


Fig. 327. *Chlorocloster dactylococcoides:* *c*, *g*, *m*, *n* typische Zellformen; *a*, *b*, *i*, *l*, *o* Bildung der Tochterzellen; *d*, *f* Zellen, die sehr lange in der Mutterzellhaut stecken blieben und Teile der Mutterzellhaut mitgenommen haben; *d*, *k* die charakteristische Abplattung von Tochterzellen, die sehr lange durch die Mutterzellhaut zusammengehalten waren.

delig, die beiden Enden meistens ungleich verschmälert und ungleich spitz und eine Flanke oft bauchig erweitert. Membran sehr zart, vielleicht mit einer leichten Schleimhülle. Chromatophoren zu allermeist einer, wandständig, muldenförmig, meist

ziemlich klein und sehr häufig sehr blaß, ohne Pyrenoid. Gelegentlich in größeren Zellen (vielleicht Teilungshemmung) zwei oder drei Chromatophoren. Keine roten Öltröpfchen, keine Eiweißkristalle beobachtet.

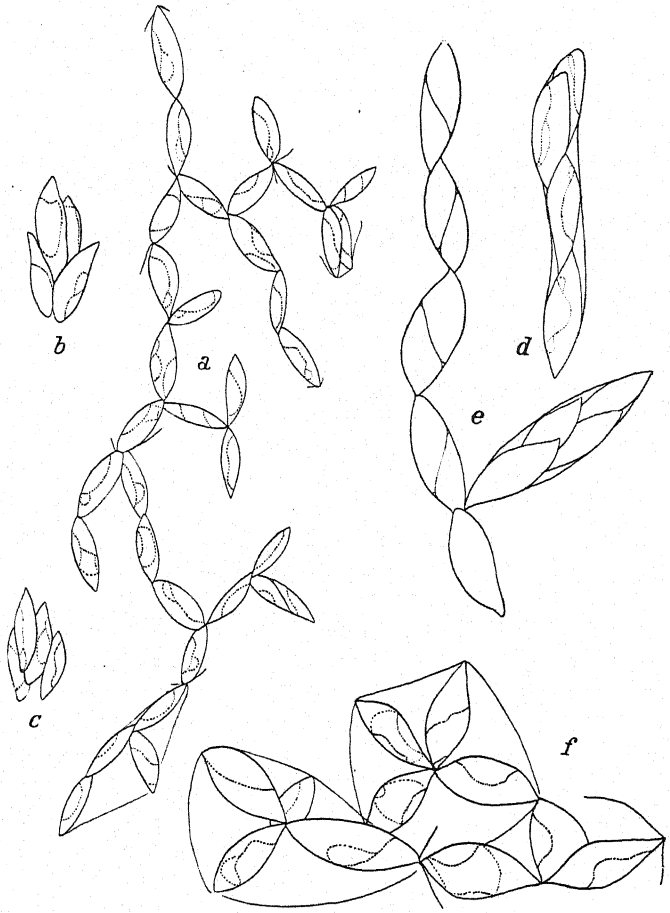


Fig. 328. *Chlorocloster dactylococcoides:* Ausbildungen, bei denen die jungen Tochterzellen sehr lange in Verbindung bleiben und verschieden geformte Kolonien bilden; *b*, *c* *Scenedesmus*-artige Kolonien; *f* *Actinastrum*-artige Kolonien; *e* mehr fadenförmige Kolonien; *a* Verbindung von *Actinastrum*- und fadenförmigen Kolonien.

Vermehrung, soweit beobachtet, nur durch Autosporen, die zu zweien oder oft zu vieren unter sehr schiefer Protoplastenteilung gebildet werden. Die Autosporen liegen innerhalb der erweiterten Mutterzelle, entweder schief nebeneinander oder in

einer Reihe hintereinander. Gelegentlich aber strahlen alle vier Autosporen von einem Punkte aus. Das Verhalten der Mutterzellhaut ist verschieden, entweder liegt die Mutterzellhaut den Autosporen dicht an, gewöhnlich wachsen dann die Autosporen fast zur Größe normaler vegetativer Zellen aus und werden dadurch frei, daß die Mutterzellhaut unregelmäßig durchrissen wird. Zellen, die aus solchen Autosporen hervorgegangen sind, zeigen oft zeitlebens die durch den Druck der Mutterzellhaut entstandenen Abplattungen. An einzelnen Autosporen klebt dann vorübergehend ein Teil der Mutterzellhaut. Oder die Mutterzellhaut erweitert sich blasig, und die verschieden orientierten Autosporen werden durch Aufreißen oder Verschleimen der Mutterzellhaut frei.

In den allermeisten Fällen trennen sich die Autosporen voneinander. Die Autosporen können aber auch verbunden bleiben. Es können dann sehr verschiedenartige, teils vorübergehende, teils dauernde Zellverbände entstehen (Fig. 328). Die 2 oder 4 Zellen einer Mutterzelle können radiär mit je einem Ende untereinander verbunden bleiben, es entstehen dann *Actinastrum*-ähnliche Verbände, oder sie sind zwar im allgemeinen gleichsinnig der Länge nach angeordnet, stehen aber in verschiedener Höhe und bilden dann *Scenedesmus*- bzw. *Tetradesmus*-artige Verbindungen. Wenn die Autosporen hintereinander angelegt werden, so bleiben sie manchmal auch nach dem Freiwerden aus der Mutterzelle miteinander verbunden und bilden dann nicht sehr regelmäßige, kettenartige Verbände, wobei entweder alle vier Zellen oder drei Zellen an der Bildung einer solchen Kette beteiligt sein können, während die vierte Zelle absteht. In einem solchen mehr oder weniger kettenförmigen Zellverband kann sich in jeder Zelle die kettenförmige Verbindung der Tochterzellen wiederholen, wobei auch die Kette nicht selten durch die Bildung vierstrahliger Zellverbände unterbrochen werden kann. Es entstehen dann sehr eigenartige, im allgemeinen kettenförmige Verbände, welche dann stellenweise sternförmige Teilverbände von Zellen aufweisen.

Dauerstadien nicht beobachtet.

Zellen sehr klein, 8–10 μ lang, 2–4 μ breit.

Vorkommen: Keine Luftalge. Kalkhaltige Wässer: Altwasser der Traun bei Ischl in Ober-Österreich; in einer etwas plumperen, ökologisch abweichenden Form einmal in Algenwatten des Hirnsenteiches in Böhmen.

Diese Alge stelle ich nur mit allem Vorbehalt zu *Chlorocloster*. Es handelt sich wohl um eine neue Gattung[1]). Eigenartig ist bei dieser Alge die Neigung zur Bildung kettenförmiger und strahliger Zellverbände.

Chlorocloster dactylococcoides kann sehr leicht mit der Protococcale *Dactylococcus* verwechselt werden, um so leichter, als *Dactylococcus* ebenfalls kettenförmige Verbände bilden kann, die in ihrem Habitus völlig mit dem von *Chlorocloster dactylococcoides* übereinstimmen. *Dactylococcus* besitzt aber — wenigstens nach der Angabe einiger Autoren — im Chromatophor ein Pyrenoid und assimiliert Stärke. Gleichwohl möchte ich meinen, daß sicher vielfach die hier beschriebene Heterococcale als *Dactylococcus* bezeichnet wurde.

14. Pleurogaster (Fig. 329–331).

(ἡ πλευρά = Seite, ἡ γαστήρ = der Bauch).

Zellen einzeln lebend, nur knapp nach der Teilung zu vieren, seltener zu zweien vorübergehend beisammen bleibend, ungleichseitig spindelförmig bis halbmondförmig, im optischen Querschnitt kreisrund oder breitelliptisch eiförmig, seltener unregelmäßig, niemals kantig. Die eine Längsflanke nur wenig konvex oder gerade oder manchmal sogar konkav, die andere Längsflanke sehr stark bauchig und oft schief. An den beiden Enden oft durch bedeutende Membranverdickungen eckig bis warzig oder sogar bis stumpf dornig ausgezogen, manchmal an einem Ende eine lange Membranborste. Membran bis auf diese verdickten Ecken gleichmäßig dick, doch meist derb. Soweit gesehen, ohne Skulptur, wobei aber die (an und für sich unwahrscheinliche) Skulptur nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Ein bis vier wandständige, oft sehr blasse Chromatophoren, die oft bis auf schmale, helle Zwischenstreifen aneinanderschließen. Keine Pyrenoide, Öl- und Fetttropfen; gelegentlich rotes Öl in Form eines oder mehrerer Tropfen

Vermehrung entweder durch Autosporen, die zu zweien, meist aber zu vieren gebildet werden Die jungen Protoplasten zeigen im noch unbehäuteten Zustande kontraktile Vakuolen. Die Autosporen nehmen bereits in der Mutterzelle die zweispitzige, ungleichseitige Form an, ja manchmal zeigen sie noch vor dem Austritt an beiden Enden die Membranverdickungen.

---

[1]) In den Bestimmungslisten über das untersuchte Material aus dem Salzkammergute hatte ich sie als ***Desmastridion dactylococcoides*** bezeichnet.

Es können aber auch statt der Autosporen sehr formveränderliche Schwärmer austreten, die zumindest eine kontraktile Vakuole haben und deren $1^1/_2$mal körperlange Hauptgeißel ungefähr 3mal so lang ist wie die Nebengeißel. Stigma sehr klein. Die Schwärmer kommen nach sehr kurzer Schwärmzeit zur Ruhe und bilden eine zunächst etwas unregelmäßige Zelle, die sehr bald die zweispitzige, ungleichseitige Gestalt annimmt. Andere Stadien nicht gesehen.

Pleurogaster sieht etwas der Gattung *Monodus* ähnlich, unterscheidet sich aber von dieser Gattung durch die Gestalt der Zelle, die derbe zweiwarzige Membran und vor allem durch die Schwärmerbildung. *Monodus* ist nach unserem derzeitigen Wissen rein autosporin. Mit *Chlorocloster* kann *Pleurogaster* kaum verwechselt werden, ersterer ist immer langgestreckt bis linear-spindelförmig, zartwandig, bildet nur Autosporen aus (soweit gesehen, meist zwei Autosporen). Eine eigenartige Formkonvergenz zeigt *Pleurogaster* zu der Dinococcale *Cystodinium*, die ebenfalls solche halbmond- und hornartige, oft derbwandige Zellen oft mit verdickten Membranenden bildet. Im fixierten Zustand ist *Cystodinium* ebenfalls grün, aber von *Pleurogaster* schon durch die Größe und ferner auch dadurch zu unterscheiden, daß echte Stärke nachweisbar ist. Nicht selten zeigt bei *Cystodinium* der Protoplast noch die Furchenbildung der Dinoflagellaten. Unter den Chlorophyceen kann die im übrigen Stärke führende *Reinschiella* (*Closteridium* Reinsch) bei oberflächlicher Beobachtung mit *Pleurogaster* verwechselt werden.

Pleurogaster gehört in der einen Art zu den seltenen Erdalgen, und es ist nicht ausgeschlossen, daß hier die derbe Behäutung der vegetativen Zellen mit dieser terrestrischen Lebensweise zusammenhängt. Auffallend ist, daß im Gegensatze zu vielen Erdalgen an *Pleurogaster* keine Schleimbildung festgestellt werden konnte.

Drei Arten bekannt:

I. Zellen ohne einseitige, lange Endborste
   1. Die Endverdickungen nicht stachelförmig, meist mehrere Chromatophoren . . . . . **Pleurogaster lunaris *1*.**
   2. Die eine Endverdickung kurz stachelartig, meist nur ein Chromatophor . . . . . **Pleurogaster anisodus *2*.**

II. An einem Zellende eine lange, zarte Membranborste **Pleurogaster setifer *3*.**

1. Pleurogaster lunaris (Fig. 329).

Zellen schief halbkreisförmig, bohnenförmig bis ungleich spindelförmig, immer mit einer stärker und einer weniger stark gewölbten Seite. Membran meist sehr derb, manchmal leicht geschichtet, an einer oder beiden Zellecken warzig bis stumpf

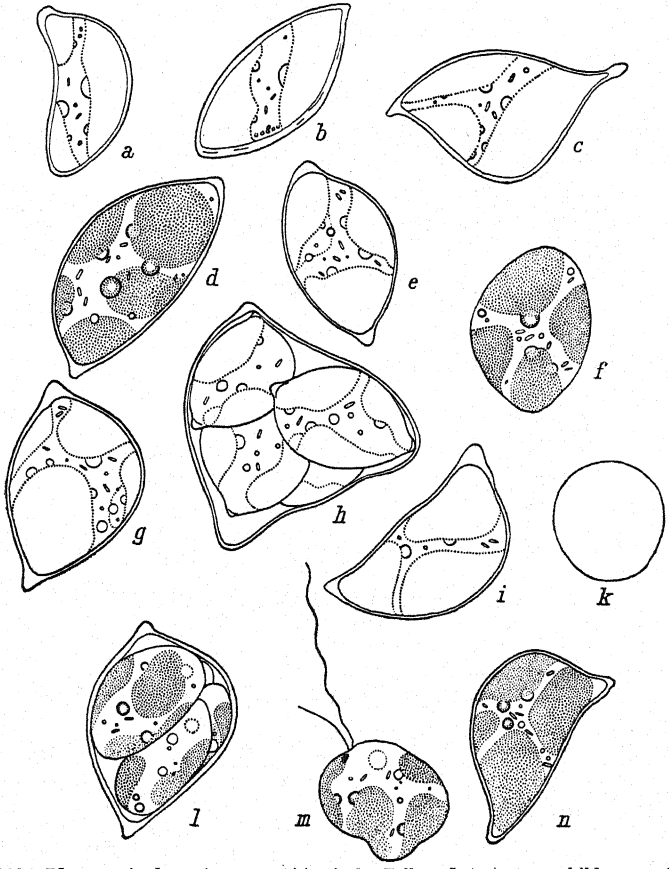


Fig. 329. *Pleurogaster lunaris: a–e, g, i* typische Zellen; *h* Autosporenbildung; *n* junge, freigewordene Autospore; *l* Schwärmerbildung; *m* Schwärmer; *f* junge, aus einem Schwärmer entstandene Zelle; *k* Querschnitt einer Zelle.

stachelig verdickt. Diese Verdickungen nicht selten geschichtet. In der ausgewachsenen Zelle zu allermeist mehrere scheibchenförmige Chromatophoren, die sehr ungleich groß sein können. Manchmal der rückenständige Chromatophor vielmals größer als die anderen. Gelegentlich rote Öltröpfchen. Bildung von zwei oder vier Autosporen beobachtet, die entweder dünn be-

häutet auftreten oder noch in der Mutterzelle ihre Membran verdicken. Schwärmerbildung beobachtet: Schwärmer mit zwei bis vier Chromatophoren, Hauptgeißel $1^1/_2$mal körperlang, Nebengeißel ungefähr ein Drittel der Hauptgeißel, Stigma sehr klein. Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen 16–25 μ lang, 8–15 μ dick. Sehr vereinzelt treten fast doppelt so große Zellen auf.

Vorkommen: Bis jetzt zweimal gefunden; im freiliegenden Teichschlamm bei Hrnčiře bei Prag, und aus einer Erdprobe aus einem Acker bei Prag aufgegangen.

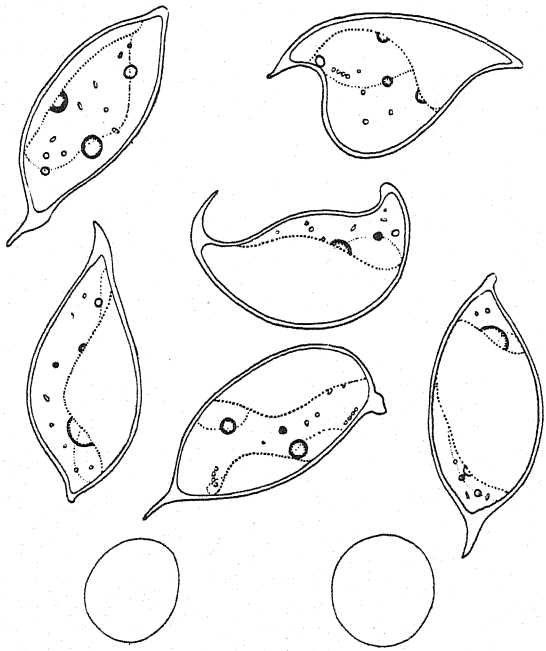


Fig. 330. *Pleurogaster anisodus:* verschiedene Zellformen, unten optischer Zellquerschnitt.

2. Pleurogaster anisodus (Fig. 330).

Zellen unregelmäßig spindelförmig bis unregelmäßig halbmondförmig, gerade oder leicht gekrümmt, oft auf einer Seite sehr stark ausgebaucht. Membran derb, an einem Ende in eine stumpfe, oft unregelmäßige, manchmal nur angedeutete Warze verdickt, am anderen Ende einen relativ langen, oft scharfen Membranstachel bildend. Chromatophor einer, groß und muldenförmig, meist die stärker gewölbte Rückenfläche auskleidend. Gelegentlich noch ein zweiter, kleiner Chroma-

tophor vorhanden, sonst wie die vorige Art. Bildung von Autosporen, nicht aber von Schwärmern beobachtet. Andere Stadien unbekannt.

Zellen 12–17 μ lang, gelegentlich bis 30 μ messend, im allgemeinen etwas kleiner als die erste Art.

Vorkommen: Nur ein einziges Mal gesehen: halb ausgetrockneter, mit Erde ausgefüllter Graben in einem Walde bei Lunz.

3. Pleurogaster setifer (Fig. 331).

An diese zwei Arten von *Pleurogaster* sei eine dritte, unvollständig bekannte Form angeschlossen. Die Zellen sind ausgesprochen *Pleurogaster*-förmig, meist einseitig stark vorgebaucht, schief spindelförmig bis halbmondförmig, die Membran ist sehr derb und an einem Ende zu einer derben, oft runzeligen Warze verdickt. Das andere Ende der Zelle ist ebenfalls verdickt und in eine sehr feine Membranborste ausgezogen, die die Zellänge erreicht oder diese sogar noch übertrifft. Chromatophoren zwei bis mehrere, wandständig und scheibchenförmig, rote Exkretöltröpfchen vorhanden. Vermehrung nicht gesehen bis auf Teilungsstadien; zwei bis vier Teilprotoplasten mit einem oder zwei Chromatophoren und kontraktilen Vakuolen. Das Schicksal dieser Teilungsstadien (Schwärmer oder Autosporen?) nicht bekannt.

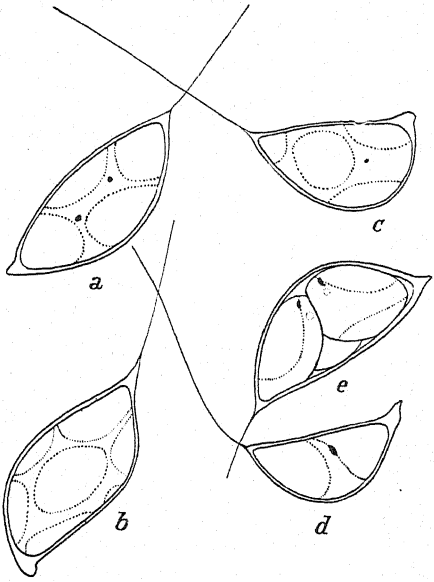


Fig. 331. *Pleurogaster setifer:* bei *e*) Schwärmerbildung; *d* junge Zelle, das Stigma noch vorhanden.

Zellen 5–7 (bis 10) μ dick, (ohne Borsten) bis 10–17 μ lang.

Vorkommen: Ein einziges Mal aus einem versumpften Wiesengraben bei Oberplan (in der Nähe der Melmer-Buche) im Böhmerwald. Vielleicht oligotherme Form.

Diese Form steht in der allgemeinen Zellform *Pleurogaster lunaris* nahe, weicht aber durch die geringere Größe und die Membranborste ab.

Durch den Besitz der langen Membranborste wird eine gewisse Parallele zu den ebenfalls mit Endborsten versehenen *Centritractus*- und *Ophiocytium*-Arten hergestellt. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß wir solche endständige Membranborsten bis jetzt nur bei walzlichen Heterokonten kennen, deren Membran aus zwei Teilen zusammengesetzt ist. Eine solche Zweiteiligkeit der Membran ist aber bei *Pleurogaster* derzeit nicht erwiesen.

15. Rhomboidella (Fig. 332–333).

(ὁ ῥόμβος = der Kreisel; rhombisch: vom Längsumrisse eines Kreisels — Name vom rhombischen Längsschnitt der Zelle.)

Zellen immer einzeln, im optischen Längsschnitt schief und oft etwas unregelmäßig rhombisch, in Wirklichkeit zusammengedrückt walzlich und an den Enden nicht gerade, sondern schief abgeschnitten. (Gegensatz zu *Monallantus*, der mit queren Endflächen versehen ist.) Im optischen Querschnitt elliptisch, doch an den Enden kreisförmig. Zellen meistens etwas länger als breit, manchmal etwas unregelmäßig, gelegentlich die beiden Enden verschieden. Von den vier Ecken infolge der schiefen Enden zwei sehr breit, zwei verschmälert abgerundet. Gelegentlich ein Zellende breit abgerundet. Zellen mit fast trapezoidischem oder trapezförmigem Umriß nicht selten. Membran sehr zart, ohne Skulptur, wahrscheinlich einteilig. Chromatophoren meistens mehrere, dann scheibchenförmig, selten zwei, sehr selten einer. In diesen letzteren Fällen immer eine Flanke mit den stumpferen Ecken auskleidend. Rote Öltröpfchen fehlen. Eiweißkristalle nicht beobachtet.

Vermehrung bis jetzt nur in der Form von Autosporenbildung (zu zweien und vieren) beobachtet. Die jungen Zellen bereits annähernd in der endgültigen Form austretend. Junge Autosporen mit kontraktilen Vakuolen; andere Stadien, vor allem auch Schwärmer, nicht gesehen. Letztere aber nicht unwahrscheinlich.

Diese Alge erinnert in ihrer Form an verschiedene andere Heterococcalen: von *Monallantus* ist sie durch die schiefe, rhombische Form und den zusammengedrückten Zellquerschnitt verschieden. *Prismatella* besitzt im Längsschnitt meist unregel-

mäßig sechseckige, gestreckte Zellen und ist im Querschnitt ausgesprochen vierkantig und nicht elliptisch. Von *Monodus* unterscheidet sich die Alge durch die beidseitige drehsymmetrische Verschmälerung. Bis zu einem gewissen Grade kommt die Alge kurzen, derben *Chlorocloster*-Arten nahe.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß mehrere Arten vorkommen.

Bis jetzt nur eine Art näher bekannt:

Rhomboidella obliqua (Fig. 332).

Mit den Merkmalen der Gattung:

Zellen 12–18 μ lang, 8–12 μ breit. Gelegentlich abweichende Größen.

Vorkommen: Zweimal beobachtet, im Algenbelag des Schilfes und der Rohrkolben in einem Altwasser der Olsch bei Mugrau; im schleimigen Algenbelag des Ufers eines kleinen Mühlenteichs (hier in einer dickwandigeren Form). Beide Male im südlichen Böhmerwald.

Möglicherweise tritt die Art in zwei, in ihrer Größe recht verschiedenen Formen auf: die Alge war an den beiden beobachteten Standorten nicht gleich groß. Bei einer Form war das Verhältnis von Länge zur Breite ein anderes: die Zellen waren relativ länger. Die Form sei hier zunächst als var. *gracilis* bezeichnet. Wahrscheinlich handelt es sich um eine eigene Art. Die Längenmaße waren um

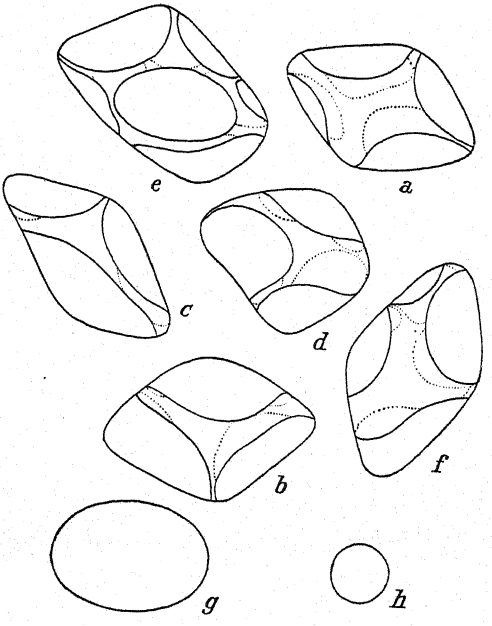
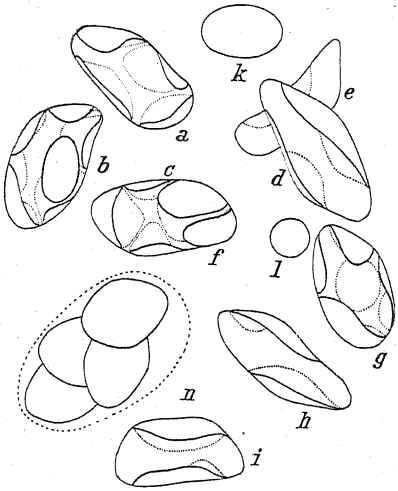


Fig. 332. *Rhomboidella obliqua: a, b, c, f* regelmäßige, *d, e* unregelmäßige Zellen; *g* optischer Querschnitt einer Zelle an der breitesten Stelle; *h* Querschnitt eines schmäleren Zellenendes.



ein Drittel kürzer (Fig. 333). Möglicherweise besteht zwischen diesen beiden Formen das gleiche Verhältnis wie bei den zwei Formen von *Characiopsis lageniformis* oder *Bumilleriopsis Petersenianа* oder *Nephrodiella phaseolus* und anderen.

Fig. 333. *Rhomboidella obliqua* var. *gracilis*, die etwas kleinere, vielleicht mehr gestreckte Form.

16. Prismatella (Fig. 334).

(τὸ πρῖσμα = der Sägespan; geom. das Prisma. Frei nach der prismatischen Gestalt der Zelle gebildeter Name).

Zellen meist einzeln lebend und sehr charakteristisch gestaltet: immer gestreckt und mit schief rhombisch-sechseckigem, oft ziemlich scharfeckigem oder stumpfeckigem, manchmal auch sehr gestreckt sechseckigem und sehr ungleichseitigem Umriß, wobei einzelne Ecken verwischt sein können und dadurch nicht selten eine Bauch- und eine Rückenseite angedeutet wird. Die Zellen sind im Gegensatz zu den etwas ähnlichen Gattungen *Pleurogaster*, *Rhomboidella* oder zu anderen Heterococcalen im Querschnitt nicht elliptisch oder rund, sondern stumpf rhombisch oder deltoidisch, oft mit gekrümmten Seiten und verwischten Ecken. Es handelt sich infolgedessen bei diesen Zellen nicht um zylindrische, sondern um mehr unregelmäßige prismatische Gebilde. Zellen oft ausgesprochen schief. Membran derb ohne Endverdickungen und auch — soweit gesehen — ohne Skulptur. Wahrscheinlich an überalterten Zellen leicht verkieselt und sehr oft braun verfärbt. Manchmal eine zarte, vergängliche Schleimhülle, welche zwei oder vier Zellen eine Zeitlang zusammenhält. Chromatophoren wandständig, meistens zwei, seltener einer, selten drei oder mehr, die Längsflanken der Zelle auskleidend, immer ohne Pyrenoid. Öltropfen, Leukosinbällchen und Gallertkörperchen. Vermehrung — soweit beobachtet — nur durch Autosporen. Teil-

protoplasten zu zweien oder vieren gebildet, zunächst mit einer kontraktilen Vakuole versehen. Die Teilprotoplasten behäuten sich noch innerhalb der Mutterzelle und wandeln sich in behäutete Tochterzellen um, die noch innerhalb der Mutterzelle ihre endgültige Form annehmen. Die Tochterzellen sind innerhalb der Mutterzelle zunächst der Länge nach fast parallel zueinander angeordnet und werden anfangs durch die enganliegende Mutterzellhaut fest aneinander gepreßt. Sie werden durch Aufreißen oder Verschleimen — beides wurde beobachtet — frei. Sporenstadien nicht gesehen.

Diese eigenartige Heterococcale kann sehr leicht mit *Pleurogaster*, *Rhomboidella*, *Chlorocloster*, *Monodus* verwechselt werden. Von *Pleurogaster* ist sie durch den Mangel der Endverdickungen der Membran, von allen genannten Gattungen aber durch die eigenartige Querschnittform der Zelle zu unterscheiden. Bemerkt sei, daß es unter den protococcoiden Chrysophyceen fast völlig übereinstimmende Formen gibt. Sie sind im Leben braun, im Tode aber grün und können dann sehr leicht mit *Prismatella* verwechselt werden.

Die eigenartige Form der Zelle ist vielleicht eine Zwangsform, die parallel nebeneinander gelagerten zwei oder vier Tochterzellen werden durch die enganliegende Mutterzellhaut stark aneinander gepreßt, die Kanten und Flächen sind gewissermaßen Kontaktflächen. Da die Zellen in sehr weit vorgeschrittenem Zustand aus der Mutterzelle austreten, behalten sie diese Form bei.

Einzelne Zellen können im Zustande der Vermehrung bei flüchtiger Beobachtung an isolierte *Scenedesmus*-Zellen erinnern, die im Begriffe sind, Tochterkolonien zu bilden. Vor allem ist es die nicht seltene Parallellagerung der vier Autosporen, welche eine Täuschung hervorrufen kann. Die *Scenedesmus*-Zellen besitzen aber Stärke und manchmal ein Pyrenoid.

Bis jetzt eine einzige Art:

Prismatella hexagona (Fig. 334 auf S. 478)[1]).

Zellen 12–20 μ lang, 6–8 μ breit, manchmal auffallend vergrößerte Formen, doch auch Zellen, die kaum 10 μ messen.

---

[1]) Zum Teil nach Skizzen von Frau Dr. Petrová.

Zweimal gesehen: Altwässer der Olsch im südlichen Böhmerwalde (bei Mugrau); Ufer der Teiche bei Hrnčiře bei Prag. Anscheinend sehr empfindlicher Organismus, der sich im Laboratorium nicht hält.

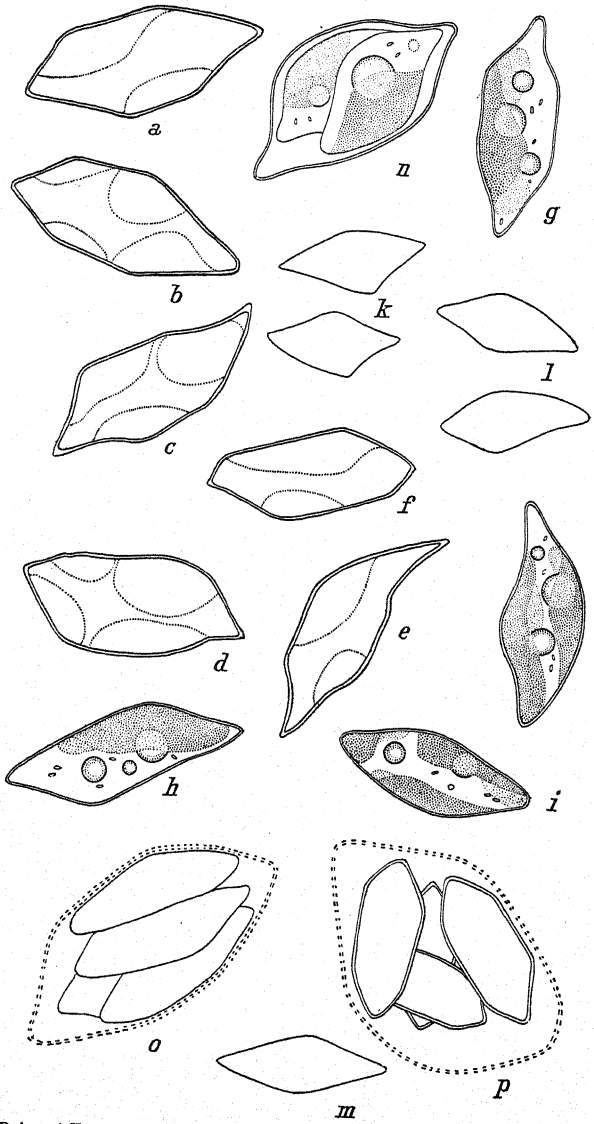


Fig. 334. *Prismatella sexangularis: a–g* mehr oder weniger sechseckige Zellen; *h, i* Zellen mit einfachem, rhombischem Umrisse; *k, l, m* optische Querschnitte; *n, o, p* Bildung der jungen Tochterzellen.

Trachychlorideae.

Zellen kugelig bis länglich, einzeln oder nur ausnahmsweise und dann meist nur vorübergehend in wenigzelligen, unregelmäßigen Verbänden. Membran immer in der charakteristischen Weise skulpturiert, vielfach die Netzpunkte des Leistenwerkes dornig oder stachelförmig vorgezogen. Manchmal das Netzwerk der leistenförmigen Membranverdickung sehr weitmaschig. Membran wahrscheinlich im Prinzip immer zweiteilig, bei manchen Formen regelmäßig und dann aus meist gleichen Hälften zusammengesetzt, wahrscheinlich immer etwas oder mehr verkieselt.

In ihrem Umfang vielleicht unsicher begrenzte, aber ziemlich natürliche Reihe. Die Asterogloeen sind nur eine koloniale Weiterentwicklung der Trachychlorideen, während die marinen und mit langen Nadeln besetzten Meringosphaeren durch *Akanthochloris* mit ihnen verbunden sind.

Die Tetraedrielleen und die Goniochlorideen stellen nur Sonderausbildungen dieser Reihe dar. Einige Gattungen der Trachychlorideen sind recht unsicher begrenzt, da nur relativ wenige Ausbildungen der Trachychlorideen bekannt sind.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen:

I. Zellen in normaler Ausbildung kugelig.

1. Die Netzpunkte der Maschenskulptur der Membran nicht dornig oder stachelartig vorgezogen.

A. Chromatophoren wandständig.

a. Chromatophor topfförmig, durch meridionale Spalten zerteilt oder gelappt . . . . . **Arachnochloris *17*.**

b. Chromatophoren scheibchenförmig . . . . **Trachycystis *18*.**

B. Chromatophoren binnenständig, einer bis viele **Endochloridion *19*.**

2. Die Netzpunkte der Maschenskulptur kurzstachelig bis kurz stäbchenförmig vorgezogen . . . . . **Akanthochloris *20*.**

II. Zellen meist nicht kugelig, sondern ellipsoidisch bis walzlich.

1. Zellen länglich oder ellipsoidisch.

a. Membranskulptur netzig, ohne betonte, meridional verlaufende Längsleisten . . . . . **Trachychloron *21*.**

b. Membran mit deutlichen, meridional verlaufenden Längsrippen versehen . . . . . **Aulakochloris *22*.**

2. Zellen kurz walzlich . . . . . **Chlorallantus *23*.**

17. Arachnochloris Pascher, 1930, emend. (Fig. 335–342).

(Name nach der Form der zerteilten Chromatophoren. ἡ ἀράχνη = die Spinne, ἡ χλωρηίς = die Grüne.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 409. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Einzeln lebende, kugelige Zellen, mit oft sehr fester, oft sehr glänzender Membran. Membran mit Reihensystemen von Skulpturen bedeckt, welche bei oberflächlicher Einstellung den Eindruck von sich schneidenden Tüpfelreihen machen, bei

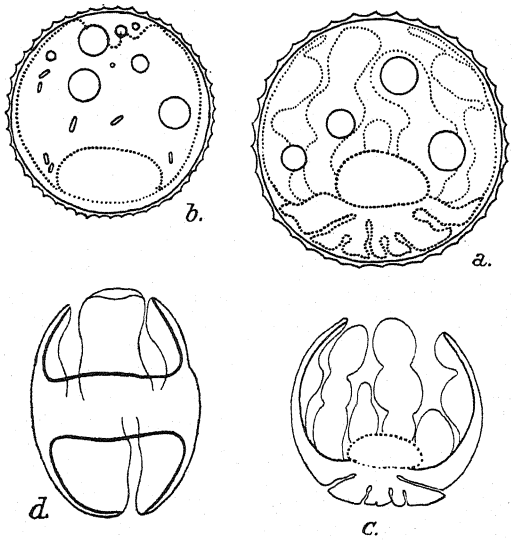


Fig. 335. *Arachnochloris* und *Trachychloron:* verschiedene Chromatophorenausbildungen: *a* und *c Arachnochloris maior:* Chromatophoren in mehrere meridionale Streifen aufgelöst, die gelappt sind, das Basalstück des Chromatophoren ebenfalls tief gelappt, Pyrenoid. (Schematisch gezeichnet.). *b A. minor*; *d Trachychloron* (Syn.: *Arachnochloris*) *Agloë:* H-förmiger längsspaltiger Chromatophor im Längsschnitt.

tiefer Einstellung aber wabenartig aneinander schließen. Skulptur sehr schwankend: manchmal sehr deutlich und grob, bei anderen Formen wieder sehr zart und nur sehr schwer zu beobachten. Membran bei alten Zellen meist verkieselt. Chromatophor primär topfförmig, wandständig, oft dunkelgrün; bei den einzelnen Arten verschieden ausgebildet, oft mit einer mächtigen basalen Partie versehen. Chromatophor in seinem Wandstück nicht einheitlich, sondern durch meridionale Spalten zerlegt, welche bis zum Vorderende der Zelle gehen und basal aus der verdickten Partie kommen (Fig. 335 *b*, *c*; 337). Basale Partie bei einer Art, abgesehen von diesen meridionalen Streifen, auch

sonst peripher mehr oder wenig in kurze, radiäre Strahlen aufgelöst. Diese meridionalen Streifen der Chromatophoren sind aber bei manchen Arten nicht gleichmäßig entwickelt, sondern eingeschnürt und bestehen aus rosenkranzförmigen zusammenhängenden Scheibchen, die sich, besonders in den oberen Enden der meridionalen Streifen, vollständig isolieren und zu kleinen, selbständigen Chromatophorenscheibchen werden. In der verdickten Basis des Chromatophoren oft ein unregelmäßiges, manchmal undeutliches Pyrenoid. Als Assimilat tritt Fett, Öl und Leukosin auf. Manchmal rot gefärbte Öltröpfchen vorhanden.

Vermehrung entweder durch Autosporenbildung oder durch Bildung von Schwärmern, die zu Zweien, seltener zu Vieren gebildet werden und die die charakteristische Form des Chromatophoren nicht oder nur wenig zeigen. Ebenso besitzen die jungen Zellen, sei es, daß sie Autosporen sind, sei es, daß sie aus Zoosporen hervorgegangen sind, zunächst die charakteristische Form des Chromatophoren in nur sehr undeutlicher Ausbildung. Gelegentlich bleiben die kontraktilen Vakuolen in ihnen sehr lange erhalten. Cysten bis jetzt nicht beobachtet.

In dieser Bearbeitung ist *Arachnochloris* enger gefaßt als in meiner ursprünglichen Beschreibung aus dem Jahre 1930. Es sind die dort beschriebenen ellipsoidischen Formen, die auch zum Teil durch ihre Chromatophorenform (vor allem H-Form) abweichen, herausgenommen und mit anderen verwandten Formen zur Gattung *Trachychloron* vereinigt. (Das gilt für die ehemalige *Arachnochloris Agloë* und *A. ellipsoidea*.) Die Arten von *Arachnochloris* sind zunächst durch ihren Chromatophoren charakterisiert, der im Prinzip topfförmig, bei den bis jetzt bekannten drei Arten aber in verschiedener Form der Auflösung begriffen ist. Am weitesten ist die Auflösung des Chromatophoren gediehen bei *Arachnochloris maior*, wo die Wandstücke in viele meridionale Streifen zerteilt sind, die durch Einschnürungen in Scheibchen zerfallen, die entsprechend ihrer Herkunft zunächst reihenförmig angeordnet bleiben. An dieser Auflösung des Chromatophoren beteiligt sich manchmal auch das basale Stück des Chromatophoren, das in mehrere radiäre Lappen zerlegt ist. Im Beginn der Zerteilung des Chromatophoren steht gewissermaßen *Arachnochloris minor*, bei der der Chromatophor durch zwei Längsspalten bis zum Basalstück zerteilt ist. Bei der dritten Art, *Arachnochloris*

striata, aber ist das Basalstück allem Anschein nach vollständig geschwunden, der ganze Chromatophor ist in etwas unregelmäßige, meridionale Streifen zerlegt, von denen einige noch basal aneinander haften. Bei zwei Arten ist ein Pyrenoid vorhanden, dessen Deutlichkeit aber sehr schwankt.

Arachnochloris ist sicherlich mit *Trachychloron* und *Trachycystis* verwandt und durch diese Gattung mit *Chlorallantus* verbunden. *Endochloridion* weicht durch die binnenständigen Chromatophoren ab, bei *Akanthochloris* sind die Netzpunkte zu Stacheln geworden.

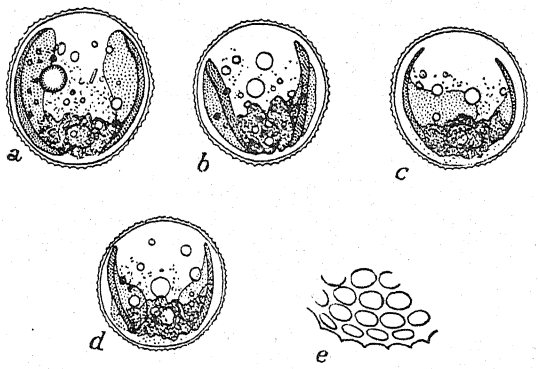


Fig. 336. *Arachnochloris minor:* Chromatophor in zwei große Lappen zerteilt, Pyrenoid nicht sehr deutlich; *e* Membranskulptur.

Derzeit sind von *Arachnochloris* mit einiger Sicherheit drei Arten bekannt, zu denen bestimmt noch mehrere kommen werden.

I. Zellen zu allermeist höchstens 10 μ groß.

a. Der topfförmige Chromatophor durch zwei Spalten meistens in zwei, oft ungleich große Teile zerteilt . . . . **Arachnochloris minor 1.**

b. Der Chromatophor in zahlreiche meridionale Streifen zerteilt, ohne Basalstück . . . . . **Arachnochloris striata 2.**

II. Zellen ausgewachsen 15–25 μ groß, Chromatophoren mit derbem, radiär gelapptem Basalstück und Pyrenoid; Wandstücke des Chromatophoren in meridionale Streifen zerlegt . . . . . **Arachnochloris maior 3.**

1. Arachnochloris minor Pascher (1930)
(Fig. 335*b*, 336, 337, 339*a*).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 412.

Abb.: Pascher, ebenda **69** (1930), Fig. 7, S. 412.

Zellen kugelig mit derber, doch feinskulpturierter Membran. Skulptur manchmal undeutlich. Basalstück schwammig und

Pyrenoid meistens undeutlich. Wandstück durch zwei oft breite Spalten in zwei muldenförmige und fast wandständige Teile zerlegt, welche sehr ungleich groß sein können und von denen der eine Teil manchmal völlig fehlen kann. Die beiden Teile des Wandstückes reichen meistens bis zum Vorderrand der Zelle, oft sind sie aber sehr klein. Auflösung der Chromatophorenteile in kleine Scheibchen nicht beobachtet. Vermehrung durch Autosporen, die zu 2–4 gebildet werden, beobachtet, Schwärmer nicht gesehen, aber wahrscheinlich.

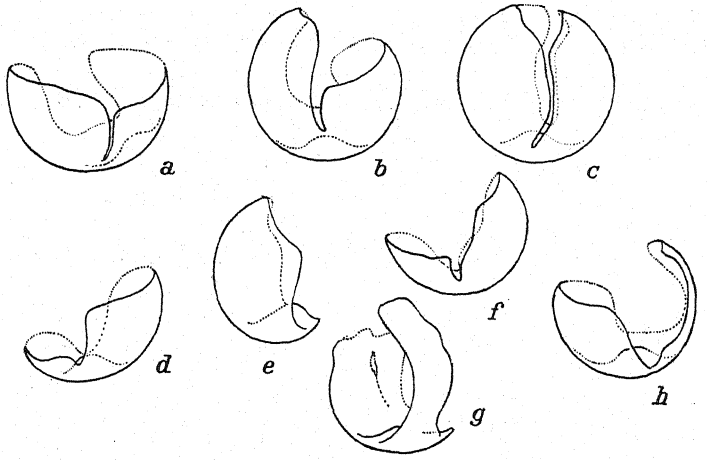


Fig. 337. *Arachnochloris minor:* verschiedene Formen des im Prinzip zweilappigen, topfförmigen Chromatophoren: *d, e, f* manchmal nur die eine Hälfte ausgebildet; *g, h* manchmal nur zwei Streifen entwickelt.

Zellen 7–9, doch auch bis 12 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Bewohner saurer Gewässer, oft im schleimigen Bewuchs der Wasserpflanzen zwischen anderen Algen; sehr leicht zu übersehen: Soos bei Franzensbad; Gräben des Moores bei Georgenfeld-Zinnwald; aus dem Swamp beim Hirschberger Großteich (Böhmen).

Keine einheitliche Art, wahrscheinlich in zwei Größenklassen vorhanden. Die größere Form neigt mehr zu unregelmäßiger Chromatophorenform.

2. Arachnochloris striata (Fig. 338*a–f*, 339*c*).

Zellen kugelig mit relativ derber und oft grob skulpturierter Membran. Chromatophor in zahlreiche meridionale Streifen aufgelöst, die sehr ungleich breit und lang sein und von denen

einige basal zusammenhängen können (Reste des Basalstückes). Kein Pyrenoid. Meridionale Chromatophorenstreifen mit ungleich breiten, gelappten Rändern, manchmal durch Quereinschnitte in mehrere der Länge nach angeordnete Teile zerlegt. Vermehrung nicht vollständig beobachtet, abgesehen davon, daß Zellen mit geteiltem Protoplasten zur Beobachtung kamen. Die Teilprotoplasten mit wandständigem, bereits fingerförmig gelapptem Chromatophoren und zwei kontraktilen Vakuolen. Stigma an ihnen nicht gesehen.

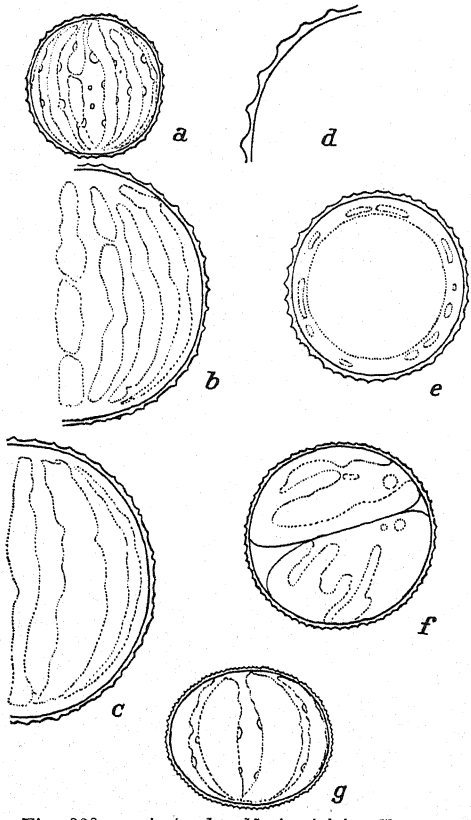


Fig. 338. *a–f Arachnochloris striata:* Chromatophoren meist ohne Basalstück, das Wandstück in meridionale Streifen aufgelöst; *d* Stück der Membran; *e* Zelle im Querschnitt; *f* Teilungsstadium; *g Arachnochloris compressa.*

Zellen maximal 10 μ groß.

Vorkommen: Sehr leicht übersehbare, oft auffallend blasse Alge. Zweimal gesehen: Gräben bei den Musikantenteichen bei Hirschberg in Böhmen; aus einem sauren Graben bei den Teichen von Hrnčiře bei Prag.

Es wurden ferner Zellen beobachtet, die zusammengedrückt kugelig, also breiter als lang waren, bei denen aber die kurze Achse die morphologische Hauptachse war. Der Chromatophor war in ähnlicher Weise in Längsstreifen geteilt wie bei *Arachnochloris striata*, doch waren die Streifen sehr breit, dementsprechend waren nur wenige Streifen vorhanden. Da diese Alge nur ein einziges Mal in wenigen Zellen beobachtet wurde, vermag ich nicht zu sagen, ob sie mit *Arachnochloris minor* in Zusammenhang steht. Ihre Morphologie weicht aber doch sehr von *A. striata* ab, auch die Maße sind andere (12–15 μ breit,

8–12 μ hoch). Sie sei vorderhand als ***Arachnochloris compressa*** bezeichnet (Fig. 338*g*).

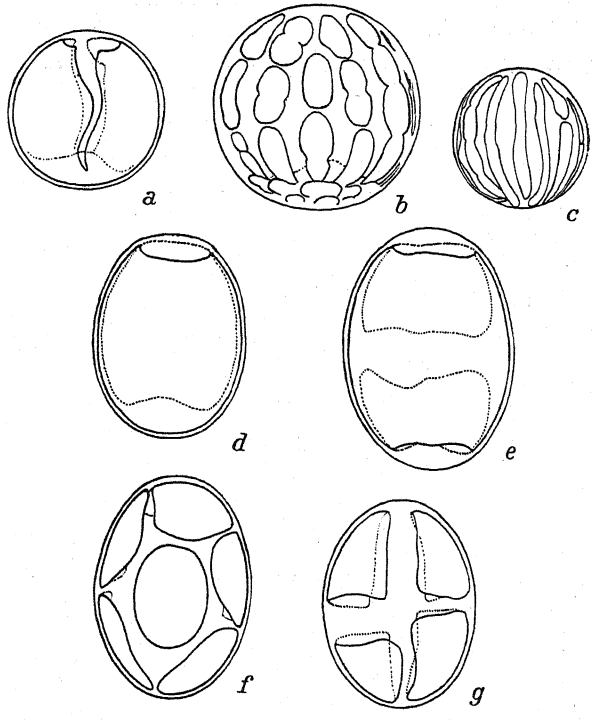


Fig. 339. Chromatophoren von *Arachnochloris* und *Trachychloron*: *a A. minor*; *b A. maior*; *c A. striata*: *d T. simplex*; *e T. Agloë*; *f T. chlorallantoides*; *g T. regulare*.

3. Arachnochloris maior Pascher (1930) (Fig. 335*a*, *c*, 339*b*, 340–342).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 411. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. (1935) 483.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) 410, 411, Fig. 5. — Fritsch, a. a. O. (1935) S. 482, Fig. 158*N*.

Zellen immer kugelig, Membran oft derb, mit deutlicher Skulptur, nur bei einzelnen Varianten Membranskulptur sehr zart. Bei grober Membranskulptur die Maschenecken der Skulptur manchmal etwas warzig ausgezogen. Chromatophoren meist lebhaft grün, oft dunkelgrün, im Prinzip topfförmig, mit mächtigem, allerdings schwammigem Basalstück, hier ein oft undeutliches Pyrenoid. Wandstück in meridionale Streifen zer-

teilt, die nicht selten, besonders nach vorne zu, eingeschnürt sind und sich auch vollständig in kleine, zunächst reihenförmig angeordnete Scheibchen auflösen können. Den nach vorne gehenden meridionalen Streifen entsprechen nach rückwärts zu an Länge abnehmende und schließlich sehr kurze radiäre Ausstrahlungen des Basalstückes, so daß das Basalstück radiär-

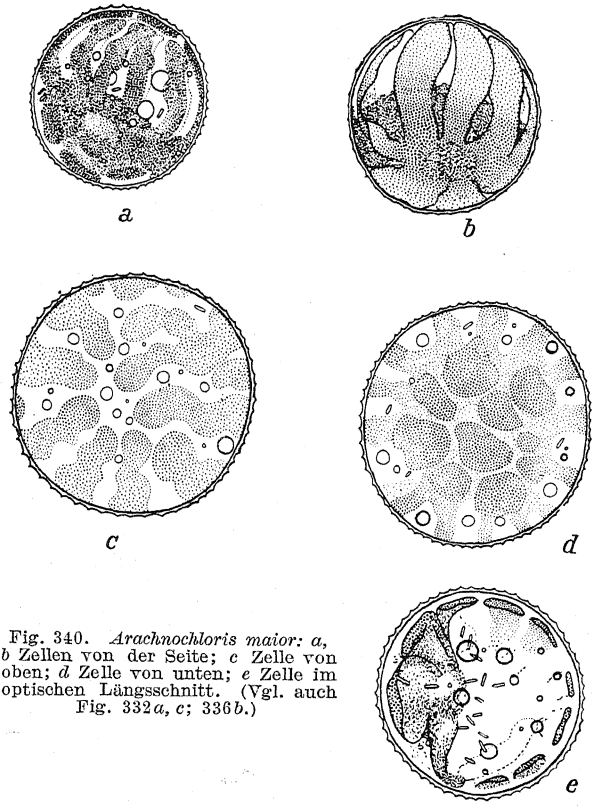


Fig. 340. *Arachnochloris maior: a, b* Zellen von der Seite; *c* Zelle von oben; *d* Zelle von unten; *e* Zelle im optischen Längsschnitt. (Vgl. auch Fig. 332*a, c*; 336*b*.)

sternförmig zerteilt erscheinen kann. Im optischen Querschnitte der Zelle kann eine völlige Auflösung des ganzen Chromatophoren in kleine Scheibchen dadurch vorgetäuscht werden, daß die meridonalen Streifen des Chromatophoren und die radiären Ausstrahlungen nur in ihren Querschnitten zur Anschauung kommen. Die weiteren Inhaltskörper wie sonst.

Vermehrung beobachtet. Entweder Autosporenbildung oder Bildung von Schwärmern. Schwärmer ellipsoidisch-eiförmig bis fast kugelig, sehr metabol mit ungefähr $1^1/_2$mal körperlanger

Hauptgeißel; Nebengeißel nicht beobachtet, doch wohl vorhanden, wahrscheinlich sehr kurz. Chromatophor bei den Schwärmern in seiner Form sehr undeutlich, eigentlich schief topfförmig und die radiäre bzw. streifenförmige Auflösung des Chromatophoren nur andeutungsweise vorhanden. Auch in den jungen, behäuteten Zellen noch diese ungleiche Ausbildung des Chromatophoren erhalten.

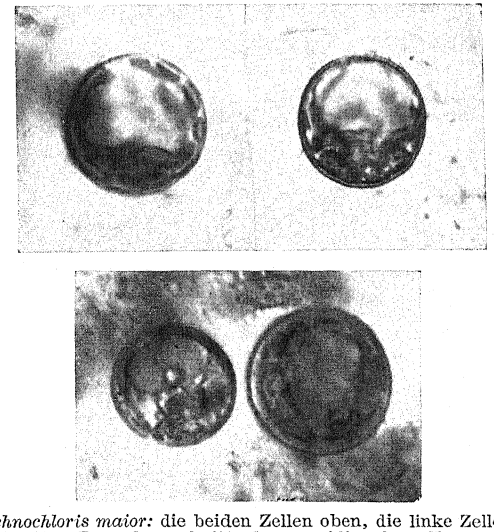


Fig. 341. *Arachnochloris maior:* die beiden Zellen oben, die linke Zelle unten im optischen Längsschnitt. Der Querschnitt der meridionalen Chromatophorenstreifen stellenweise deutlich zu sehen. In der linken unteren Zelle deutlich das Pyrenoid. Rechts unten: Teilungsstadium.

Zellen 10–25 μ, meist um 15–20 μ im Durchmesser.

Vorkommen: *Arachnochloris maior* kommt, soweit beobachtet, nur in sauren Gewässern mit einem p_H-Wert bis 4,8 vor und lebt hauptsächlich im Schleim, der in stehenden Gewässern verschiedenen Wasserpflanzen aufsitzt und der von den verschiedensten Algen gebildet wird. Gewöhnlich tritt sie dann in größerer Anzahl auf; nur einmal traf ich sie im Plankton des Hirschberger Großteiches, und zwar in sicher absterbenden Zellen an, wohin sie wahrscheinlich erst sekundär getrieben wurde. Bis jetzt typisch nur aus Böhmen bekannt: Musikantenteiche bei Hirschberg, Kolke am Pirtschenteiche bei Franzensbad; im Schleime, der dort *Utricularia* und *Drepanocladus* sowie auch *Sphagnum* „*obesum*“ überzieht. Aus einem Tiroler Hochmoor; aus der Verlandungszone des Großen Arbersees im bayerischen Walde.

Arachnochloris maior scheint in diesem Umfange nicht homogen zu sein; die größere Variabilität in der Membranskulptur ist vielleicht dadurch vorgetäuscht, daß einige näher verwandte, aber selbständige Formen zusammengefaßt sind. Vor allem scheinen mir jene Formen, deren Membran dadurch warzig ist, daß die Maschenecken spitz vorgezogen sind, eine eigene Art darzustellen. Es gibt auch eine etwas kleinere Form (maximal 15 μ), die mehr an Teichufern vorkommt.

Fig. 342. *Arachnochloris maior:* Zwei Zellen im optischen Schnitt, links das gelappte, schief nach aufwärts gerichtete Basalstück deutlich zu sehen, ebenso die optischen Querschnitte durch die meridionalen Chromatophorenstreifen.

18. Trachycystis (Fig. 343–345).

(τραχύς = rauh, ἡ κύστις = die Blase, bes. Harnblase.)

Zellen normalerweise einzeln lebend und nur gelegentlich dadurch, daß die zwei oder vier in einer Zelle gebildeten Autosporen miteinander verkleben, zwei- bis vierzellige Verbände verschiedener Form bildend. Zellen bei normaler Ausbildung exakt kugelig, sehr selten kurz ellipsoidisch oder kurz eiförmig. Membran im ausgebildeten Zustand sehr derb, bei alten Zellen vielleicht aus einer mehr oder weniger deutlich abgesetzten Innenschicht und einer derben Außenschicht zusammengesetzt. Membran in charakteristischer Weise skulpturiert, mit breiten, kreisförmigen bis elliptischen, sanften Eindellungen versehen, zwischen denen deutliche Rippen stehen. Dadurch die Oberfläche der Zelle in mehr oder weniger sechseckige Felder zerteilt. Skulptur in der Größe der Dellen bzw. in der Größe der

Rippenmaschen sehr schwankend, sehr viel kleinere bis wenige große Dellen vorhanden. Im letzteren Fall die Membran mit

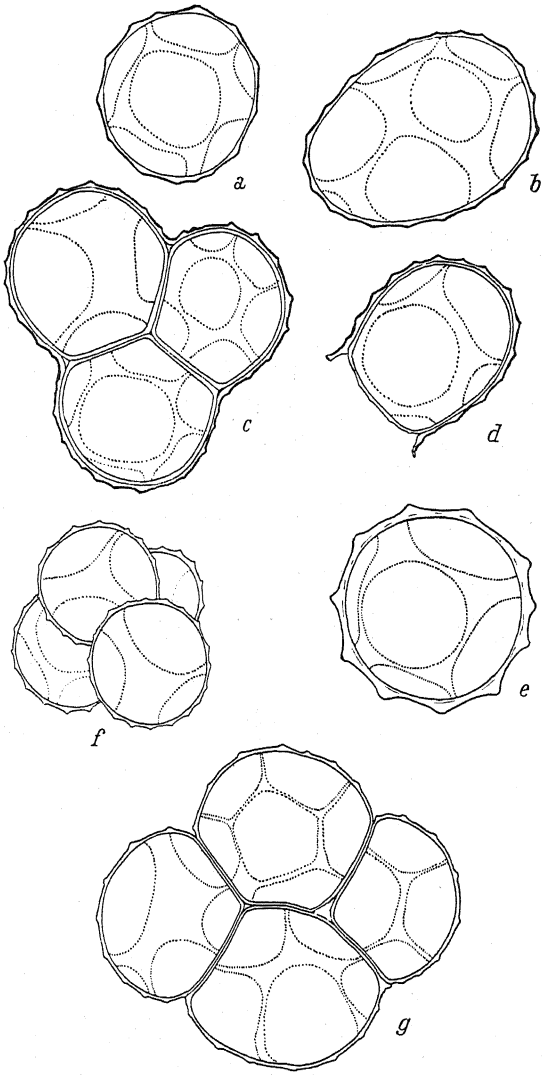


Fig. 343. *Trachycystis subsolitaria:* *a* und *e* normale, runde Zellen, bei *e* mit stark verdickter, zweischichtiger Membran; *b* eiförmige Zelle; *c* tetraedrische Vereinigung von vier Zellen, die vier Autosporen entsprechen, die durch die gedehnte Mutterzellhaut zusammengehalten wurden; *d* eine solche Tochterzelle aus dem Verbande herausgebrochen, außen ein Stück der Mutterzellhaut; *f* vier Autosporen, die, lose aneinanderhaftend, aus der Mutterzelle austraten; *g* vier miteinander verbackene Autosporen, welche aus der Mutterzelle ausgetreten sind und nur an den freien Außenseiten die skulpturierte Membran ausgebildet haben.

einem weitmaschigen Leistennetz versehen[1]). Im optischen Schnitt erscheint die Zelle bei normaler, regelmäßiger Ausbildung dementsprechend nach der Anzahl der Dellen mehr oder weniger regelmäßig und achteckig bis zwanzigeckig. Bei vielen kleineren Dellen aber erscheint die Membran im optischen Schnitt warzig, wobei die Warzen mehr oder weniger regelmäßigen Abstand haben können. Membran vielleicht verkieselt. Chromatophoren wandständig, ausgesprochen scheibchenförmig, in ihrer Größe und Zahl aber bei den einzelnen Zellen recht schwankend. Rote Öltröpfchen nicht beobachtet, ebensowenig Eiweißkristalle.

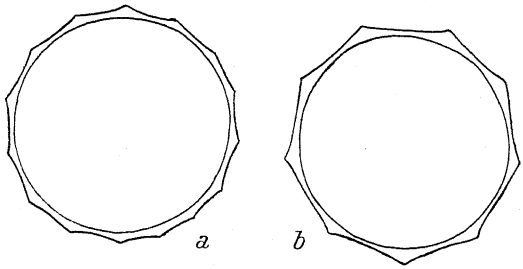


Fig. 344. *Trachycystis subsolitaria:* Umriß zweier verschiedener Zellen; beachte die Schwankung in der Skulptur.

Vermehrung: Schwärmer bis jetzt nicht beobachtet. Bildung von zwei bis vier, seltner von acht Autosporen. Die Teilprotoplasten, die zu Autosporen werden, zeigen kontraktile Vakuolen. Die zwei oder vier Autosporen treten in den Zellen des gleichen Materials sehr verschieden weit entwickelt aus, in seltenen Fällen in der Form zart- und glattwandiger Zellen. Meistens aber bekommen die Autosporen noch innerhalb der Mutterzelle noch vor dem Austreten ihre charakteristische Membranskulptur.

Manchmal werden die Autosporen lange Zeit durch die gedehnte Muttermembran entweder in tetraedrischen oder in flachen Vierergruppen zusammengehalten, verkleben mit ihren Membranen und bleiben gelegentlich auch noch nach Ablösung der Mutterzellhaut in Zweier- oder Vierergruppen beisammen. Gelegentlich wird die Muttermembran aufgerissen, ein oder zwei Autosporen brechen aus dem Verbande und werden frei, während die anderen noch von der Muttermembran umschlossen bleiben. Solche ausgebrochene, spät isolierte Zellen sind dann

[1]) Diese Formen gehören vielleicht nicht zu *Trachycystis* (siehe S. 493).

nicht selten unregelmäßig und oft an einer Seite abgeflacht. Gelegentlich wird über einer Autospore die Mutterzellhaut aufgerissen, diese Autospore wächst dann zu größeren Maßen heran als die in der Mutterzellmembran stecken gebliebenen und dadurch gehemmten Autosporen. Die durch die anliegende Mutterzellhaut festgehaltenen Autosporen entwickeln zu allermeist die charakteristische Membranskulptur nicht oder, falls

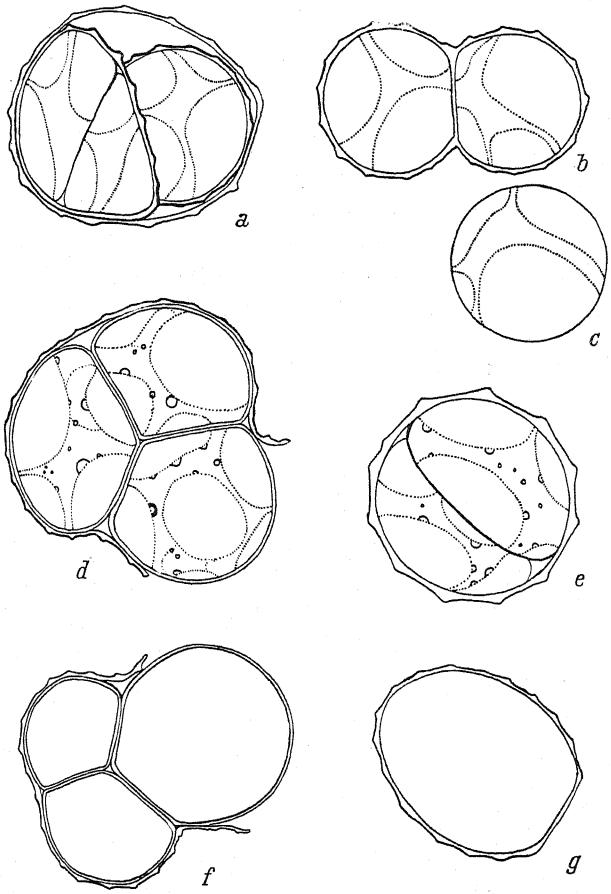


Fig. 345. *Trachycystis subsolitaria: a* Bildung zweier Autosporen innerhalb der gedehnten Mutterzelle; *b* zwei miteinander verbackene Autosporen, welche mitsammen aus der Mutterzelle ausgetreten sind; *c* Autospore, welche mit sehr zarter, nicht skulpturierter Wand ausgetreten ist; *d* vier tetraedrisch orientierte Autosporen, die miteinander verbacken sind und die Mutterzellhaut aufgerissen haben; *e* Teilungsstadien, Protoplast geteilt, vielleicht Schwärmerbildung; *f* Autosporen durch die gedehnte Muttermembran festgehalten; jene Autospore, die in der Aufrißstelle der Muttermembran zu liegen kommt, bedeutend mehr gewachsen als die anderen; *g* aus einer verbackenen Tetrade losgebrochene Zelle.

sie noch relativ jung ganz oder teilweise von der Mutterzellmembran befreit werden, oft nur mehr an den nicht mehr von der Mutterzellmembran überzogenen Stellen.

Trachycystis gehört in die Verwandtschaft von *Arachnochloris*, *Endochloridion* und *Trachychloron* u. a. Die Membranskulptur und der Zellbau zeigen deutlich darauf hin. Das nicht selten vorkommende Verkleben der Autosporen innerhalb der gedehnten Mutterzelle und das Vereinigtbleiben der Autosporen innerhalb der gedehnten Mutterzellhaut ist als Ansatz zur Koloniebildung zu deuten. Sicher gibt es aber auch *Trachycystis*-Arten, welche diese Ansätze zur Koloniebildung nicht zeigen. Inwieweit bei der bis jetzt bekannten, einzigen *Trachycystis*-Art Schwärmer vorkommen, muß noch näher untersucht werden. In bezug auf den Ansatz zur Koloniebildung hat *Trachycystis* auch bei anderen Heterococcalen-Gattungen ausgesprochene Parallelen. Es sei auf *Monodus cystiformis*, auf verschiedene *Chlorocloster*-Arten usw. hingewiesen.

Einzige Art:

Trachycystis subsolitaria (Fig. 343–345).

Mit den Merkmalen der Gattung:

Zellen 8–13 μ groß, ellipsoidische Zellen manchmal etwas größer.

Vorkommen: Diese Art lebt in kalkhaltigen Gewässern. Einmal in größeren Mengen in den leicht verkalkten Überzügen von *Typha* und *Phragmites* am Hirschberger Großteich zusammen mit *Schizochlamys* gefunden. Sehr vereinzelt ferner aus einem Altwasser in Branik bei Prag.

Zu *Trachycystis* gehören wahrscheinlich noch mehrere Arten. Eine sehr kleine Form, die nur bis 6 μ maß, fand ich allerdings nur in sehr wenigen Zellen in einem Torfgraben bei Franzensbad. Sie bildete keine Verbände und hatte eine leicht gelbbraune, sehr derbe Membran mit feinnetziger, doch deutlicher Skulptur. Chromatophoren einer oder zwei ***(Trachycystis turfosa).***

Anhang zu *Trachycystis*.

Im Zusammenhang mit *Trachycystis* seien Heterococcalen erwähnt, die ich leider zu wenig sah, um ausreichende Beschreibungen zu geben. Es handelt sich um zwei Formenreihen,

die vielleicht bei Kenntnis weiterer Formen miteinander auch nicht mittelbar in Zusammenhang gebracht werden können. Es handelt sich immer um kugelige Zellen, die isoliert leben und eine skulpturierte Membran haben. Während aber bei den bis jetzt besprochenen und auch bei den anderen Formen die Dellen zwischen den Membranleisten meist klein sind und die

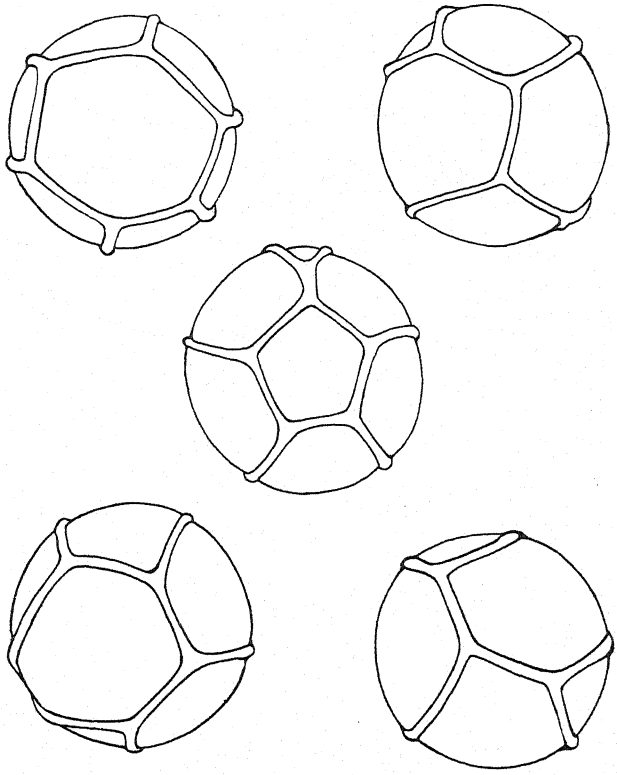


Fig. 346. *Chlorarkys reticulata:* fünf verschiedene Zellen mit dem zarten Leistenwerk der Skulptur.

vorstehenden Netzleisten der Membran ein feines, aus sechs- oder viereckigen Maschen bestehendes Netzwerk bilden, sind die Maschen hier zwischen den Membranleisten, die das Netzwerk bilden, sehr groß. Es ist (siehe Fig. 346, 347) gewissermaßen die Membran der kugeligen Zellen von einem sehr weitmaschigen Netzwerk übersponnen oder mit anderen Worten, die bei den anderen Formen sehr kleinen Vertiefungen zwischen den Netzleisten der Membran sind hier sehr breit, doch nicht

tiefer geworden. Dadurch kommt es, daß die Maschen der Skulptur oft einen Durchmesser von einem Drittel der Zelle haben und auf der ganzen Zelloberfläche nur wenig solche Maschen, 6 bis 12, vorhanden sind, die (meistens sehr schön regelmäßig gestaltet) zu einem Leistennetz zusammenschließen. Da die Maschen sehr weit und zart sind, so ist die kugelige Form der Zelle immer ausgesprochen und das zarte Leistenwerk liegt gewissermaßen dieser kugeligen Zelle auf.

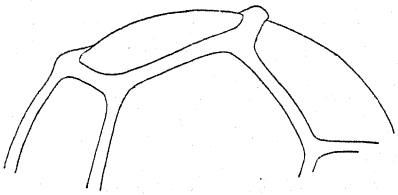


Fig. 347. *Chlorarkys reticulata:* ein Stück einer Zelle mit der charakteristischen Skulptur herausgezeichnet.

Eine zweite Reihe (Figur 348) aber hat etwas engere Maschen, die aber derber sind. Das Besondere dieser zweiten Reihe ist, daß die Dellen nicht polygonal werden, sondern daß die Dellen zwischen dem Leistenwerk immer ausgesprochen kreisrund bleiben. Dadurch ist auch das Netzwerk nicht in der Form von gleich dicken Leisten entwickelt, sondern diese Leisten sind entsprechend der Form der Zwischenräume zwischen den runden Dellen

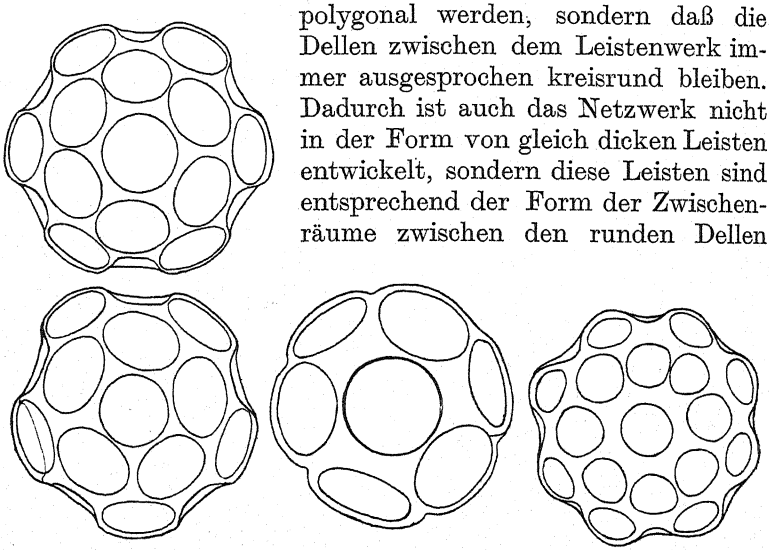


Fig. 348. *Keriosphaera gemma:* vier verschiedene Zellen, beachte die sehr regelmäßige Ausbildung des Leistenwerkes zwischen den kreisrunden Dellen. (Vielleicht nicht spezifisch zusammengehörige Formen).

ungleich breit. Da nun die runden Dellen sehr gleichmäßig verteilt sind und zueinander in regelmäßiger Anordnung stehen, so ergeben sich sehr eigenartige, formenschöne Zellen. Die einzelnen Formen weichen untereinander etwas ab, je nachdem, ob sich um eine Delle nur drei, fünf oder sechs Dellen gruppieren. Dadurch bekommen die Zellen,

welche immer sehr regelmäßig axensymmetrisch gebaut sind, einen ausgesprochen drei-, fünf- oder sechsstrahligen Bau (Fig. 348). Die Membran der Zelle ist immer sehr derb, anscheinend immer stark verkieselt und nicht selten rötlich verfärbt.

Obwohl ich diese Formen nicht vollständig kenne, erscheinen sie mir doch durch ihre Gestalt so ausgezeichnet, daß sie zumindest vorläufig als Gattungen festgelegt werden können.

Chlorarkys (Fig. 346, 347).

(χλωρός = grün; ἡ ἄρκυς = das Gitter, die Wabe.)

Zellen kugelig, mit skulpturierter Membran, Membranleisten sehr schmal und gleichmäßig dick, sehr weite, polygonale Maschen bildend. Membran stark verkieselt, oft rot verfärbt, ein oder wenig scheibchenförmige Chromatophoren. Vermehrung nicht gesehen. Sicher Gattung mit mehreren Arten. Von diesen Arten derzeit nur eine schärfer zu erfassen:

Chlorarkys reticulata (Fig. 346 und 347).

Wenige, polygonal aneinander schließende Maschen.

Zellen 6–9 μ im Durchmesser, vielleicht auch größer.

Vorkommen: Wiederholt, doch immer nur in einzelnen Zellen mit 1—wenigen Chromatophoren gesehen. Gräben bei Stein–Schönau in Nordböhmen; aus Holstein (Gräben bei Dahme).

Keriosphaera (Fig. 348).

(τὸ κήριον = die Wabe, ἡ σφαῖρα = die Kugel.)

Zellen im Prinzip kugelig, mit sehr regelmäßiger Skulptur. Die Vertiefungen zwischen den Membranleisten immer sehr regelmäßig verteilt, relativ groß, regelmäßig kreisförmig, infolgedessen die Membranleisten nicht gleichmäßig dick, sondern zwischen den Kreisen drei- oder vierseitige Ausfüllungen bildend. Membran meistens derb (vielleicht zweischichtig), wahrscheinlich stark verkieselt, oft braun verfärbt, ein bis mehrere, manchmal sehr blasse Chromatophoren. Die Dellen sehr regelmäßig angeordnet und damit drei-, fünf-, sechs- oder achtstrahlige Formen bildend (s. Fig. 348), die vielleicht nicht zu einer Art zu rechnen sind, um so weniger, als die Durchschnittsgrößen dieser Formen etwas verschieden sind. Vermehrung nicht gesehen. Vorläufig seien diese Formen als eine Art zusammengefaßt:

Keriosphaera gemma (Fig. 348).

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 5–14 μ groß.

Vorkommen: Wiederholt, doch nie vollständig beobachtet. Gräben in sauren Wiesen im südlichen Böhmerwalde; aus Moortümpeln bei Sebastiansberg im Erzgebirge. Vielleicht zum Teil wärmeliebende Formen.

Keine einheitliche Art; die hier zusammengefaßten Formen werden sich morphologisch und biologisch scheiden lassen.

Es scheint nicht ausgeschlossen, daß es auch Formen dieser Gattung gibt, die im Meere leben.

19. Endochloridion Pascher (1930) (Fig. 349–350).

(Name von ἔνδον innen, innerhalb, χλωρός = grün.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 415.

Einzeln lebende, meist kugelige Zellen von oft bedeutender Größe. Membran vielleicht aus zwei Stücken bestehend, derb bis zart, stark glänzend, im Alter gewiß verkieselt; dadurch skulpturiert, daß Reihensysteme von wabig aneinander schließenden Vertiefungen vorhanden sind, die bei oberflächlicher Einstellung den Eindruck von Tüpfelreihen machen. Chromatophoren einer bis viele, niemals wandständig, sondern immer binnenständig. Ist nur ein Chromatophor vorhanden, dann ist er oft fast zentral gelegen. Bei mehreren Chromatophoren kann es geschehen, daß einzelne förmlich radiär stehen. Die Chromatophoren haben die Gestalt zarter, manchmal sehr blasser Plättchen, die manchmal auffallend gefaltet oder gedreht sind. Im Zellinhalte als Assimilate Fett und Öl, stark glänzende Ballen sowie stark glänzende, stäbchenförmige Gebilde, die in jungen Zellen fehlen, in alten Zellen reich ausgebildet sind.

Vermehrung dadurch, daß nach einer oder nach wiederholten Teilungen zwei oder zahlreiche typische Heterokontenschwärmer gebildet werden, die einen oder auch zwei Chromatophoren haben, sehr amöboid veränderlich sind und bei einer Art zwei recht ungleiche Geißeln besitzen. Die Schwärmer kommen nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe und bilden zunächst kleine, unskulpturierte Zellen, deren Chromatophor bereits binnenständig ist. Es können auch Autosporen gebildet werden (speziell bei den kleineren Formen); hier treten nach der Teilung zwei Autosporen aus, die bereits derbe Membranen besitzen und Skulpturen zeigen. Andere Stadien und vor

allem Cysten sind bei *Endochloridion* nicht beobachtet vorden, aber wahrscheinlich.

Bei *Endochloridion* bleibt jene Chromatophorenstellung, die z. B. bei *Botrydiopsis* vor der Schwärmerbildung auftritt, dauernd erhalten.

Endochloridion kommt in zwei verschiedenen Formenreihen vor; die eine Formenreihe von *Endochloridion*, die hier als eine einzige Art behandelt wird, obwohl wahrscheinlich mehrere trennbare Formen vorhanden sind, besitzt nur einen Chromatophoren und wächst nur bis zu einer bestimmten Größe mäßig heran. Normalerweise erfolgt eine Chromatophorenvermehrung hier nur knapp vor der Teilung, und die jungen Tochterzellen besitzen dann wieder einen Chromatophoren. Diese kleinen *Endochloridion*-Arten bilden wohl niemals Zellen mit vielen Chromatophoren aus. Ihnen gegenüber steht eine Formenreihe, bei der die Zellen sehr rasch in die Größe wachsen, ihre Chromatophoren sehr reich vermehren, so daß schließlich große, 40–70 μ messende Zellen mit mehreren bis vielen binnenständigen Chromatophoren vorhanden sind. Ob diese großen Zellen dann mehrkernig sind, ist nicht festgestellt. Bei der Vermehrung bilden sich dann viele Schwärmer aus, die einen, meistens aber zwei Chromatophoren besitzen und zunächst kleine Zellen bilden, die im Gegensatz zu den Formen der ersten Reihe unter Chromatophorenvermehrung rasch in die Größe wachsen. Diese beiden Reihen verhalten sich ungefähr wie *Pleurochloris* zu *Botrydiopsis*. Möglicherweise müssen bei genauerer Kenntnis später die beiden Formenreihen als verschiedene Gattungen geführt werden.

Endochloridion kann kaum mit einer anderen Gattung verwechselt werden. Die anderen bekannt gewordenen Heterokonten mit dauernd binnenständigen Chromatophoren gehören anderen Reihen an: *Heterogloea* den Heterocapsales; *Chloromeson*, monadoid, den Heterochloridales usw.

Derzeit zwei Arten bekannt:

1. Endochloridion simplex Pascher (1930) (Fig. 349).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 417.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) S. 418, Fig. 14.

Zellen einzeln lebend, höchstens knapp nach der Autosporenbildung in vorübergehenden Verbänden zu Zweien, mit relativ derber Membran und deutlicher, wenn auch oft zarter Skulptur. Chromatophor einer fast zentral, bandförmig, sehr ungleich breit, mit lappigen, oft tief eingeschnittenen Rändern und nicht selten auffallenden Faltungen. Chromatophor immer sehr zart. Die übrigen Inhaltskörper der Zelle wie sonst. Vermehrung, soweit beobachtet, durch Autosporenbildung zu zweien sowie durch Schwärmer. Cysten nicht beobachtet.

Zellen bis 10 μ Durchmesser.

Vorkommen: Vereinzelt im schleimigen Algenaufwuchs der *Potamogeton natans*-Blätter aus den Musikantenteichen bei Hirschberg in Böhmen; in größerer Menge einmal aus den

Fig. 349. *Endochloridion simplex: a, b* Einzelzelle; *c* Teilungsstadium.

Kolken am Pirtschenteich bei Franzensbad in jenem zarten Schleime, der manchmal *Utricularia* überzieht und sehr reich an Algen ist.

Diese Art, die gewiß nicht einheitlich ist, kann leicht mit anderen kugeligen Heterococcalen mit skulpturierter Membran wie *Arachnochloris*, *Akanthochloris* verwechselt werden. Unterschied in der dauernden Binnenständigkeit der Chromatophoren (s. S. 480–488 und S. 500–504).

Es gibt noch andere kleine Arten von *Endochloridion*. Bei einer scheint der einzige binnenständige Chromatophor ein differenziertes Pyrenoid zu haben. Die Zellen hatten 10–12 μ Durchmesser.

2. Endochloridion polychloron Pascher (1930) (Fig. 350).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 416. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935), S. 483.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) S. 416, Fig. 12, 13. — Fritsch, a. a. O. (1935) S. 482, Fig. 158 Q, R, S.

Zellen sehr verschieden groß, in der Jugend relativ klein mit einem oder zwei binnenständigen Chromatophoren. Dann

aber recht rasch heranwachsend und schließlich große Zellen bildend, die zahlreiche, nicht wandständige, sondern mehr zentralstehende Chromatophoren haben. Die Chromatophoren stehen dann mehr oder weniger parallel zur Wand, sind aber

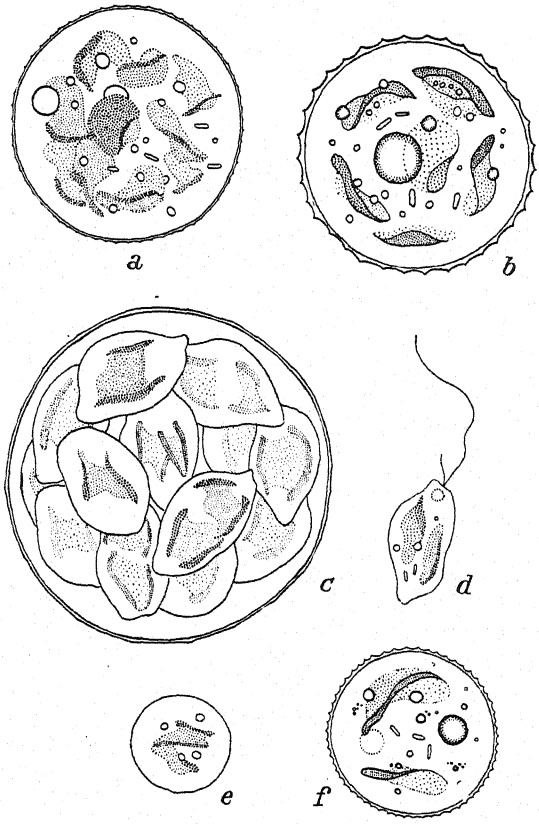


Fig. 350. *Endochloridion polychloron: a, b* zwei verschiedene Zellen, bei *a* zarte, bei *b* derbe Skulptur; *c* Zelle mit Schwärmern; *d* ausgetretener Schwärmer; *e* junge aus einem Schwärmer entstandene Zelle; *f* junge Zelle mit bereits skulpturierter Membran; beachte bei *f* das Vorhandensein der kontraktilen Vakuole, die später verschwindet.

der Wand niemals genähert. Dabei sind die Chromatophoren nach innen eingeschlagen. Chromatophoren sehr häufig gefaltet oder gedreht und ihre Form nicht immer leicht deutbar, im allgemeinen aber plättchenförmig, groblappig, immer sehr zart. Membran in jüngeren Zellen, oft auch in alten Zellen derb, mit deutlicher Skulptur. Vermehrung soweit beobachtet, nur durch Zoosporen. Autosporenbildung aber sehr wahrscheinlich.

Zoosporen sehr zahlreich, zu 16 oder 32 oder noch mehr gebildet, schief ei-birnförmig, sehr formveränderlich und amöboid, meist mit zwei oder mehr Chromatophoren und sehr kleinem Stigma. Hauptgeißel $1^2/_3$mal körperlang, Nebengeißel kaum $^1/_6$ der Hauptgeißel.

Zellen in der Jugend 8–15 μ groß, im Alter bis 60 μ messend.

Vorkommen: Aus Tümpeln in der Umgebung von Franzensbad. Zwischen Algenwatten. Vielleicht nicht ursprünglicher Standort. In einer etwas kleineren Form aus moorigen Wiesengräben am Ameringkogel in Steiermark. Nicht kalkhold.

Diese Art kann leicht mit *Botrydiopsis arhiza* verwechselt werden, um so leichter, als auch bei *Botrydiopsis* gelegentlich eigenartige Membranskulpturen vorhanden sind. Die Skulpturen springen aber bei *Botrydiopsis* zäpfchenartig vor und sind viel unregelmäßiger. *Botrydiopsis* hat in der vollausgebildeten Zelle nicht die binnenständigen Chromatophoren; nur vor der Schwärmerbildung werden die Chromatophoren von *Botrydiopsis* verlagert.

20. Akanthochloris Pascher (1930) (Fig. 351–355).

[Name von ὁ ἄκανθος = der Stachel, ἡ χλωρηίς = die Grüne].

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 418. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 483.

Zellen immer einzeln lebend, niemals in Gallertlager vereinigt, höchstens zu zweien oder zu vieren vorübergehend genähert, ausgesprochen kugelig, im Alter mit relativ derber, stark glänzender Membran, die, wie Ausglühversuche gezeigt haben, später sehr stark verkieselt sein kann und aus zwei gleichen, halbkugligen Halbstücken besteht. Membranoberfläche skulpturiert und mit sich kreuzenden Reihen kleiner Dellen versehen, die wabenartig aneinander schließen und in ihrer Ausbildung sehr schwanken können, so daß die Zellen stark und grob, wie auch fein und kaum merklich skulpturiert sein können. Die Maschenecken des Skulpturnetzes radiär in kürzere oder längere, zylindrisch oder kegelförmig verschmälerte, stumpfe oder gerade abgestutzte, manchmal recht feine, Stacheln ausgezogen, die $^1/_9$ bis $^1/_3$ des Zelldurchmessers betragen können. Chromatophoren einer, zwei bis fünf, relativ groß, wandständig, gelbgrün, manchmal mehr olivgrün. Gelegentlich Chromatophoren fast farblos. In seltenen Fällen einzelne Chromatophoren besonders groß; diese dann wieder häufig einseitig gelappt (Teilungs-

hemmungen?); Öl und Fettropfen, Leukosin, stark glänzende Ballen und die stäbchenartigen, kristalloiden Gebilde.

Vermehrung durch Bildung von zwei, seltener vier Schwärmern, die nur einen oder bis drei Chromatophoren besitzen, sehr formveränderlich sind und bei einer Art eine auffallend kurze Nebengeißel haben, die kaum $^1/_6$ der längeren Hauptgeißel mißt. Meist aber Bildung von Autosporen, die noch innerhalb der Mutterzelle (soweit beobachtet) die Membranskulptur annehmen.

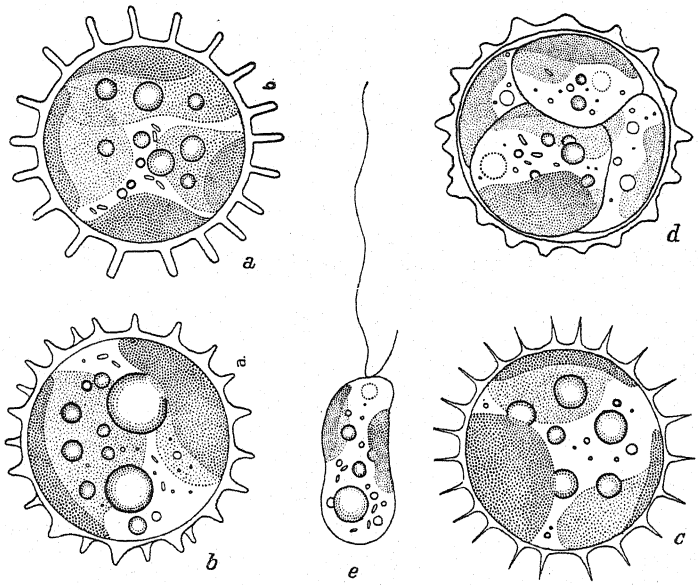


Fig. 351. *Akanthochloris: a A. bacillifera; b, c, d A. brevispinosa,* bei *d* Schwärmerbildung; *e* Schwärmer; *b, c, d* vielleicht verschiedene Varietäten bzw. Arten.

Austreten der Schwärmer und der Autosporen durch Aufklappen der Membran.

Akanthochloris stellt in bezug auf die Membranbeschaffenheit die direkte Weiterentwicklung von *Trachycystis*, *Arachnochloris* usw. dar. Die Stacheln der Membran sind nichts anderes, als dornig entwickelte Membranwarzen, die bei den genannten Arten nur angedeutet sind. *Akanthochloris* verbindet durch ihre Membranskulptur die genannten Gattungen *Trachycystis*, *Arachnochloris*, *Endochloridion* usw. mit den radiär benadelten Meringosphaeren. Man kann die radiär benadelten *Meringosphaera*-arten als eine Weiterentwicklung von *Akanthochloris* auffassen, bei der die kurzen, radiären Stacheln zu Dornen

und Nadeln verlängert wurden. *Asterogloea* stellt eine koloniale Weiterentwicklung *Akanthochloris*-artiger Formen dar.

Akanthochloris hat unter den Grünalgen eine vollkommene Parallele: *Akanthococcus* = *Trochiscia*. Die Meinung verschiedener Autoren, daß es sich bei *Akanthococcus* gar nicht um eine eigene Gattung, sondern nur um die skulpturierten Cysten verschiedener Chlorophyceen handele, ist in dieser allgemeinen Fassung sicher falsch. Es gibt eine Reihe von *Akanthococcus*-formen, die sich durch Schwärmer vermehren, die zur Ruhe kommen, sich behäuten und an der Haut die spezifische Membranskulptur ausbilden. *Akanthococcus* läßt sich von *Akanthochloris* leicht unterscheiden: die meisten Akanthococcen haben einen großen, topfförmigen Chromatophoren mit einem basalen Pyrenoid und bilden Stärke.

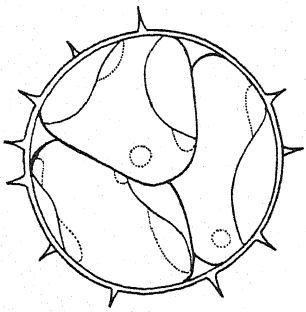


Fig. 352. *Akanthochloris brevispinosa:* Schwärmerbildung.

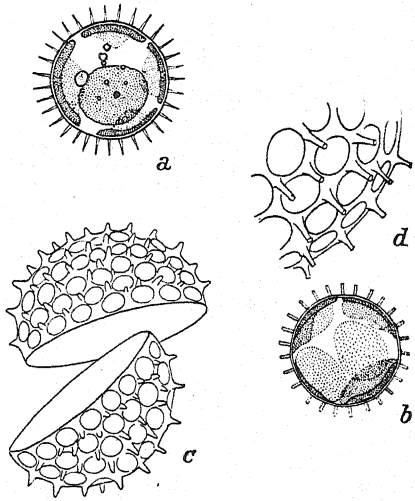


Fig. 353. *Akanthochloris: a brevispinosa, b bacillifera; c* die beiden Membranhälften einer Zelle mit der charakteristischen Skulptur; *d* ein Stück der Membran stärker vergrößert (*A. bacillifera*).

Die Artsystematik von *Akanthochloris* ist sehr unsicher, da wir über die Variabilität nichts wissen. Drei Formen lassen sich einigermaßen unterscheiden:

I. Stacheln derb, meist nicht sehr dicht stehend.
   1. Stacheln meist spitz . . . . . **Akanthochloris brevispinosa 1.**
   2. Stacheln nicht spitz, sondern gleich dick und abgestutzt endend **Akanthochloris bacillifera 2.**

II. Stacheln sehr zart und sehr dicht stehend, dabei sehr kurz **Akanthochloris Scherffelii 3.**

1. Akanthochloris brevispinosa PASCHER (1930) jetzt im engeren Sinne (Fig. 351*b–d*, 352, 359b, 354 z. T.).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 419.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1930), Fig. 15, die obere Fig., S. 419.

Zellen gleichmäßig und nicht zu dicht mit Stacheln besetzt, die allmählich zu einer scharfen Spitze verschmälert oder stumpf kegelförmig sind und ungefähr $^1/_5$ des Durchmessers der Zelle messen oder manchmal etwas länger sind. Chromatophoren zwei bis sieben, wandständig, manchmal eigenartig olivgrün. Zweischaligkeit der Membran beobachtet. Schwärmer zu Zweien gebildet, mit ein oder zwei Chromatophoren, sehr formveränderlich; die über körperlange Hauptgeißel ungefähr sechsmal so lang als die kurze Nebengeißel. Die Autosporen bereits in kugeliger Form austretend. Beim Austreten klappen die beiden Hälften der Mutterzelle auseinander.

Zellen 6–8 μ im Durchmesser, manchmal etwas größer.

Vorkommen: Aus den saueren Kolken um Franzensbad aus Wiesengräben bei Mugrau im Böhmerwalde, aus den Gräben bei den Teichen um Riddagshausen bei Braunschweig.

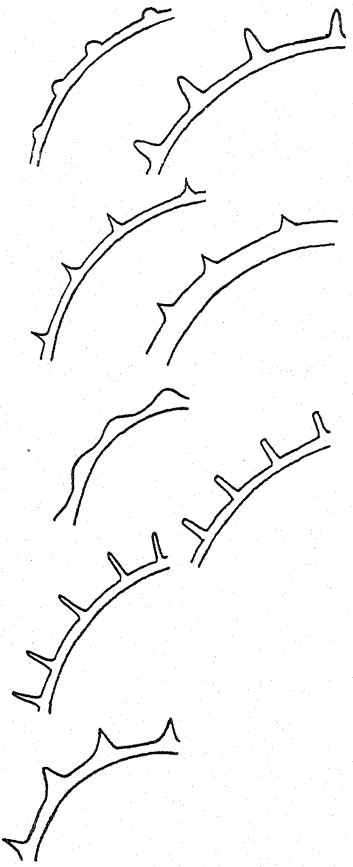


Fig. 354. *Akanthochloris:* Variabilität der Skulptur, die 6. und 7. Figur *A. bacillifera*, die anderen *Akanthochloris brevispinosa* (wahrscheinlich mehrere Formen).

Diese Art ist gewiß nicht einheitlich und wird aufgelöst werden müssen. Vor allem scheinen die flach- und stumpfkegeligen Formen nicht mit den spitzstacheligen Formen zusammenzugehören. Vergleiche die Stachelvariabilität in Fig. 354.

2. Akanthochloris bacillifera (Fig. 351*a*, 359*b*, 354 z. T.).

Abb.: PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) S. 419, Fig. 15 (die beiden unteren Figuren). — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) S. 482, Fig. 158P.

Im allgemeinen wie die vorhergehende Art, Stacheln meistens etwas zarter, nach vorne nicht verschmälert und entweder quer abgeschnitten oder stumpflich bis abgesetzt kurz spitzlich endend. Vermehrung nicht gesehen. Membran manchmal tief rostrot verfärbt.

Möglicherweise treten hier auch vollständig farblose Zellen auf. Ähnliches beobachtete WULFF bei der verwandten *Meringosphaera*.

Zellen meist größer als bei der vorhergehenden Art, bis 10, manchmal bis 12 μ groß, doch auch unter 7 μ messend.

Vorkommen: Aus den Musikantenteichen bei Hirschberg in Böhmen. Aus Wiesengräben bei Prag.

Hier sind deutlich zwei Varianten ausgebildet. Eine mißt nur bis 7 μ und hat sehr viele enggestellte Stacheln, die andere 9–12 μ und hat weitgestellte und dabei zartere Stacheln. Erstere scheint auch nur einen oder zwei Chromatophoren zu haben, die letztere aber mehrere. Erstere verträgt anscheinend niedere p_H-Werte. Vielleicht führt die zweite Form zu *Akanthochloris Scherffelii* über.

3. Akanthochloris Scherffelii (Fig. 355).

Membran relativ zart, mit sehr kurzen, zarten, radiären, borstenartigen, oft sehr spröden Stacheln fast pelzartig besetzt. Chromatophoren 1–3, relativ groß, wenn ein Chromatophor, dieser häufig gelappt. Chromatophoren oft sehr blaß. Vermehrung nicht gesehen.

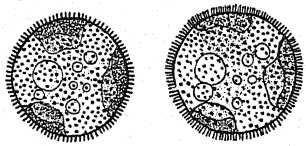


Fig. 355. *Akanthochloris Scherffelii*. (Nach SCHERFFEL.) Nicht ganz gesicherte Art.

Zellen 8–14 μ groß.

Vorkommen: Herr Dr. SCHERFFEL hat diese Form in der Zips gefunden, ich fand sie in den letzten Jahren wiederholt an den Teichufern in Hrnčíře bei Prag sowie in Altwässern. Nicht ganz sichere Form, mit großer ökologischer Spannweite.

21. Trachychloron (Fig. 335*d*, 339*d–g*, 339, 356–368).

(τραχύς = rauh; χλωρός = grün.)

Syn.: *Arachnochloris* z. T.; PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 409 bzw. 412, 413.

Zellen einzeln lebend, immer ausgesprochen ellipsoidisch, an den Enden sehr breit abgerundet oder fast kegelförmig verschmälert und dadurch im optischen Längsschnitt manchmal fast rhombisch (mit stumpfen Ecken). Membran wahrscheinlich aus zwei gleichen Teilen bestehend, meistens derb, oft sehr stark glänzend, manchmal rot verfärbt mit der typischen Netzskulptur, wobei die Dellen manchmal sehr seicht oder auch die Netzpunkte kurz stachelförmig vorgezogen sein können. Skulptur in ihrer Ausbildung schwankend, manchmal sehr zart, manchmal sehr grob: bei manchen Zellen die Membran an den beiden Polen auffallend verdickt und manchmal auch mit derber Skulptur versehen. Die Chromatophoren entweder topfförmig oder im optischen Längsschnitt H-förmig, bei manchen Arten in wenig bis viel Scheibchen zerteilt; soweit beobachtet, immer wandständig. Pyrenoid bei einigen Arten vorkommend. Fett, Leukosin und bei manchen Arten die roten Öltröpfchen.

Vermehrung, soweit beobachtet, nur durch Autosporen, welche zu zwei oder vier gebildet werden. Ihre Membran wird noch innerhalb der Mutterzelle derber und bereits skulpturiert, gelegentlich aber scheinen die Autosporen noch mit zarter Membran auszutreten. Die Autosporen und auch die jungen Zellen besitzen manchmal noch die kontraktilen Vakuolen. Das spricht dafür, daß vielleicht auch Schwärmer gebildet werden. Sporenstadien bis jetzt nicht beobachtet.

Die Gattung zeigt eine außerordentliche Mannigfaltigkeit im Chromatophorenbau.

In bezug auf Skulptur und allgemeine Zellmorphologie schließt diese Gattung an *Trachycystis*, *Arachnochloris* und *Endochloridion* an, unterscheidet sich aber von diesen immer durch die ellipsoidischen Zellen. Durch die Ellipsoidie nähert sich *Trachychloron* der Gattung *Chlorallantus* und stellt gewissermaßen eine Verbindung zwischen *Arachnochloris* und *Chlorallantus* dar.

Das ebenfalls in manchen Arten ellipsoidische *Ellipsoidion* hat eine glatte und einteilige (ob immer?) Membran.

In meiner Arbeit vom Jahre 1930 stellte ich die damals bekannten Arten der Gattung *Trachychloron* noch zu *Arachnochloris*.

Auffallend sind bei *Trachychloron* besonders in manchen Arten (*T. chlorallantoides* und *T. biconica*) die großen Schwankungen in der Größe der scheibchenförmigen Chromatophoren.

Im gleichen Material finden sich Zellen mit 4–6, manchmal noch weniger großen Chromatophorenscheiben und Zellen, bei denen sich bis 100 kleine Scheibchen finden können. Abgesehen von Ernährungseinflüssen scheinen hier auch rassenmäßige Unterschiede vorhanden zu sein. Auch bei den Arten mit einheitlichem Chromatophor (ob es ein Topf- oder ein im optischen Längsschnitt H-förmiger Chromatophor ist) treten große Schwankungen auf, welche in bezug auf Größe wie auch in bezug auf Zerteilung und Zerlappung der Wandstücke der Chromatophoren (siehe *Trachychloron ellipsoideum*, *T. agloë*, Fig. 360, 362, 363) zu Extremen führen können.

I. Ein großer Chromatophor.
  1. Chromatophor topfförmig bis muldenförmig.
    A. Mit meist basalem und axialem Pyrenoid, Chromatophor topfförmig. Zellen bis 12 μ lang . . . . **Trachychloron simplex *1.***
    B. Ohne Pyrenoid, Chromatophor topf-, ring-, bis seitlich-muldenförmig. Zelle nur 7 μ lang . . . **Trachychloron depauperatum *2.***
  2. Chromatophor röhrenförmig, an beiden Seiten offen, in halber Höhe mit einer mächtigen Querplatte, also im optischen Längsschnitt H-förmig . . . . . **Trachychloron Agloë**[1]) ***3.***

II. Chromatophor in mehrere Teile geteilt, „mehrere Chromatophoren".
  1. Nur wenige, große Chromatophoren.
    A. Chromatophoren an einem (dem basalen) Pole meistens miteinander verbunden und hier ein oft undeutliches Pyrenoid **Trachychloron ellipsoideum *4.***
    B. Alle Chromatophoren frei, ohne Pyrenoid.
      a. Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, an den Enden breit abgerundet.
        α. Wenig (4 oder 8) sehr regelmäßig gestaltete Chromatophoren, die annähernd die Äquatorialzone freilassen **Trachychloron regulare *5.***
        β. 8 bis sehr viele kleine Chromatophoren **Trachychloron chlorallantoides *6.***
      b. Zellen gegen die Enden fast geradlinig verschmälert, im optischen Längsschnitt fast rhombisch mit abgerundeten Ecken **Trachychloron biconicum *7***[2]).

---

[1]) Das Röhrenstück dieses Chromatophoren ist manchmal durch Längseinschnitte, die bis zur Äquatorialplatte gehen können, tief gelappt, gelegentlich sind diese Lappen auch von der äquatorialen Platte losgelöst, so daß es auch hier zur Bildung mehrerer großer Chromatophoren kommen kann.

[2]) Siehe Anhang an *Trachychloron* S. 514.

1. Trachychloron simplex (Fig. 356).

Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, sehr breit abgerundet, Membran meistens sehr derb, mit sehr wechselnder, oft fast kaum merkbarer Skulptur. Chromatophor sehr zart, topfförmig, vorn meist nur eine kleine, helle Stelle freilassend, in seltenen Fällen das Wandstück des Chromatophoren durch Längsspalten tief zerschnitten und zerlappt. Ein großes Pyrenoid basal und axial, Pyrenoid aber auch gelegentlich leicht zur Seite verlagert. Vermehrung durch 2–4 Autosporen, deren Austritt nicht beobachtet wurde. Junge Zellen mit deutlichen kontraktilen Vakuolen, die vorne liegen und bald verschwinden.

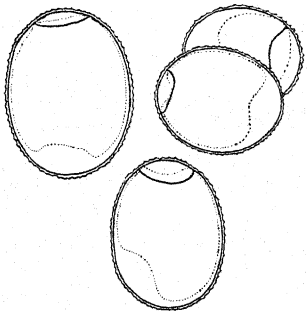


Fig. 356. *Trachychloron simplex.*

Zellen bis 12 μ lang, bis 9 μ breit.

Vorkommen: Kein Bewohner sauerer Gewässer, kalkhold. Zwischen *Rhizoclonium*-Watten aus Altwässern der Traun; an Teichufern bei Prag.

Sicherlich mehrmals beobachtet, doch wahrscheinlich immer als Protococcale angesprochen.

2. Trachychloron depauperatum (Fig. 357).

Zellen ellipsoidisch, gegen ein Ende manchmal etwas verschmälert und dadurch manchmal mit fast eiförmiger Gestalt. Membran meist zarter als bei den anderen Arten, doch manchmal auffallend derb. Skulptur meist sehr zart. Chromatophor meist topfförmig, oft sehr blaß, ohne Pyrenoid. Gelegentlich fehlt dem topfförmigen Chromatophoren das Bodenstück, er wird dadurch ringförmig. Manch-

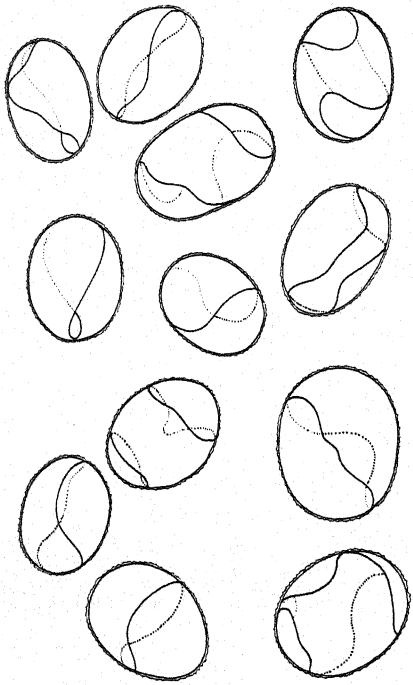


Fig. 357. *Trachychloron depauperatum:* beachte die verschiedene Ausbildung und Größe der Chromatophoren.

mal ist nur eine Seite des Chromatophoren entwickelt (muldenförmiger, seitenständiger Chromatophor). Vermehrung durch vier Autosporen, die auch nach dem Austritt noch eine Zeitlang die kontraktilen Vakuolen aufweisen.

Zellen höchstens 10 μ, meist nur 7 μ lang, bis 4–8 μ breit.

Vorkommen: In größeren Mengen zwischen *Mougeotia*-watten. Vielleicht oligothermer Frühlings-Organismus. Bis jetzt nur aus Vorarlberg, Gräben bei Langen am Arlbergpaß und aus Wiesentümpeln am Hochficht im Böhmerwald. Meidet vielleicht Kalk.

Sehr leicht übersehbare Alge, die durch den oft fast farblosen Chromatophoren noch unauffälliger wird.

3. Trachychloron Agloë Pascher nov. comb. (Fig. 335d, 339e, 358, 359, 360).

Syn.: *Arachnochloris Agloë* Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 413.
Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) Fig. 10, S. 413, Fig. 11, S. 414.

Zellen ellipsoidisch, beiderseits breit abgerundet, Membran zart bis derb, meist mit deutlicher, oft sehr grober Skulptur. Chromatophor im Prinzip topfförmig, doch an beiden Seiten offen, in der Mitte eine oft sehr mächtige Querplatte, die quer bis schief stehen kann. Im optischen Längsschnitt sieht daher der Chromatophor meist H-förmig aus. In dieser Querplatte ein Pyrenoid, das aber oft sehr undeutlich ist. Die Längswand des Chromatophoren ist nicht selten durch tiefe, oft verzweigte Spalten tief zerteilt bis tief

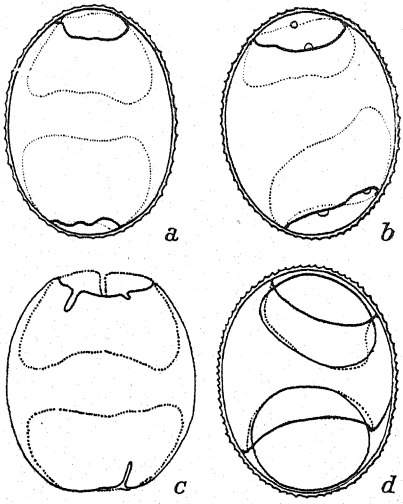


Fig. 358. *Trachychloron Agloë: a, c* Zellen mit regelmäßigen Chromatophoren; *b, d* Chromatophor etwas unregelmäßig; bei *d* fettige Degeneration und Rückbildung des Chromatophoren. H-förmiger Chromatophor noch verhältnismäßig erkennbar.

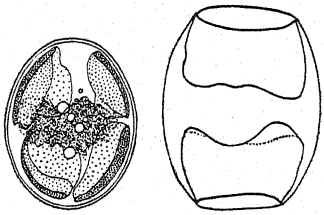


Fig. 359. *Trachychloron Agloë:* Links einzelne Zelle mit sehr stark zerteilten Chromatophoren, dessen Querstück schwammig gelockert ist; rechts zum Vergleich: Längsschnitt eines ziemlich regelmäßig gestalteten Chromatophoren.

zerlappt. Durch diese Spalten kann das Wandstück des Chromatophoren in mehrere große, muldenförmige Teile zerlegt werden, die sich aber meist schön regelmäßig auf die beiden Zellhälften verteilen. Diese Teilstücke können sich auch von der Querplatte ablösen, es entstehen dann Zellen mit zwei bis acht großen, seitenständigen, isolierten Chromatophoren. Gelegentlich ist der Chromatophor sehr unregelmäßig gestaltet. Derartige Ausbildungen aber relativ selten.

Vermehrung durch Autosporen, deren Entstehung und Austritt aber nicht genau beobachtet werden konnte. Junge Zellen zeigen nicht selten einen Chromatophoren, bei dem das Querstück fast an das untere Ende der Zelle gerückt ist, so daß der Chromatophor fast topfförmig erscheint. Kontraktile Vakuolen an den jungen Zellen eine Zeitlang erhalten. Zellen 10–14 μ lang, 8–10 μ breit.

Vorkommen: Ziemlich saurer Graben in der Nähe der Natalienquelle bei Franzensbad in *Tribonema*-Watten; aus dem Aufwuchs der *Potamogeton natans*-Blätter aus den Musikanteneichen bei Hirschberg.

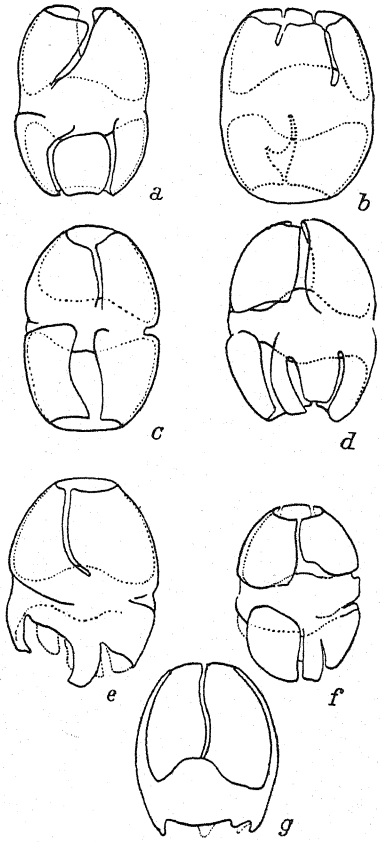


Fig. 360. *Trachychloron Agloë:* Verschiedene Ausbildungen und Zerlappungen des H-förmigen Chromatophoren. Gelegentlich einzelne Chromatophorenteile vollständig isoliert (*a, d, f*); *e, g* Chromatophoren, deren untere Hälfte zurückgebildet ist.

Der Chromatophor dieser Art zeigt sehr schwankende Ausbildung (siehe Fig. 360), gelegentlich ist das eine oder das andere Halbröhrenstück nur einseitig entwickelt, oft ist das untere Röhrenstück sehr stark verkürzt und zerlappt, während das obere Halbstück schön erhalten ist. Bei fettiger Degeneration bilden sich im oberen und unteren Hohlraum der Zelle mächtige Öltropfen, die dann äquatorial miteinander verfließen,

dementsprechend wird auch der Chromatophor auffallend verkleinert (siehe Fig. 358 *d*).

4. Trachychloron ellipsoideum Pascher nov. comb. (Fig. 361–363).

Syn.: *Arachnochloris ellipsoidea* Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 412.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) Fig. 8, S. 412.

Zellen kurz ellipsoidisch, breit abgerundet, übrigens in der Abrundung sehr schwankend, gelegentlich auch leicht eiförmig, Membran sehr derb, dagegen Membranskulptur, soweit beobachtet, häufig sehr zart. Membran sehr brüchig, was für eine starke Verkieselung der Membran spricht, Chromatophor im Prinzip topf-

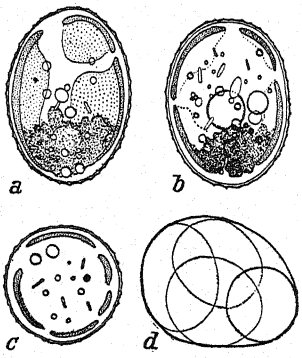


Fig. 361. *Trachychloron ellipsoideum: a, b* Zelle im Längsschnitt, Wandstück des Chromatophoren zerteilt, im etwas schwammigen Basalstück ein Pyrenoid; *c* Querschnitt der Zelle; *d* Teilungsstadium.

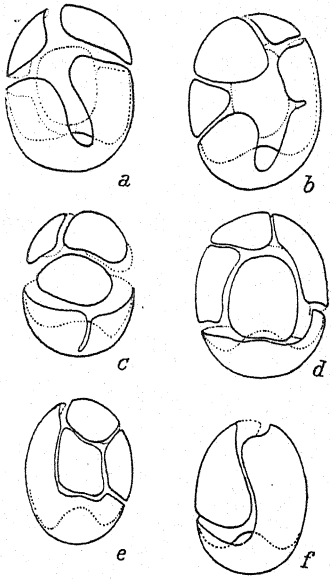


Fig. 362. *Trachychloron ellipsoideum* Einige Chromatophoren: Auflösung der Chromatophoren in Teilstücke.

förmig, an der Basis mit einer Verdickung, in welcher ein oft sehr undeutliches Pyrenoid liegt. Wandstück des Chromatophoren nicht selten durch Risse und Spalten sehr tief zerteilt. Einzelne Risse bis zur basalen Verdickung gehend. Nicht selten zerlegen diese Risse und Spalten den Chromatophoren in wenige, sehr große und sehr ungleich muldenförmige Teile, von denen aber die unteren durch die basale Verdickung wenigstens zum Teil zusammengehalten werden. Chromatophoren oft sehr blaß. Häufig mit mehreren roten Öltröpfchen.

Vermehrung durch Bildung von 2–4 Autosporen. Die kontraktilen Vakuolen manchmal sehr lange erhalten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß einzelne Zellen die kontraktilen Vakuolen zeitlebens behalten, besonders dann, wenn die Membran nur zart bleibt.

Zellen 10–15 μ, meistens aber um 12 μ messend, 8–12 μ breit.

Vorkommen: In sauren Gewässern. Musikantenteich bei Hirschberg in Böhmen; Kolke beim Pirtschenteich bei Franzensbad; aus Torfgräben unter *Microspora* bei Georgenfeld in Sachsen; aus sauren Gräben vom Weißenstein im Lavanttal in Steiermark.

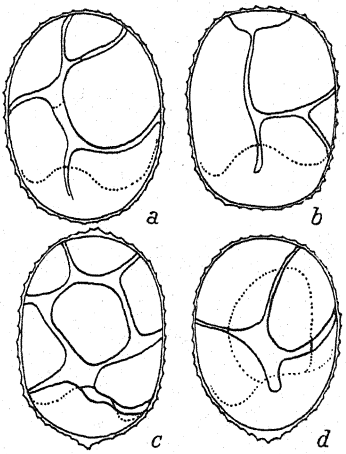


Fig. 363. *Trachychloron ellipsoideum:* Zellen mit sehr verschieden zerteilten, zum Teil direkt scheibchenförmig aufgelösten Chromatophoren. Beachte bei *c* und *d* die polare Verdickung der Membran.

5. Trachychloron regulare (Fig. 364, 365).

Zellen ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch, manchmal fast kugelförmig. Membran immer sehr derb, auffallend glänzend,

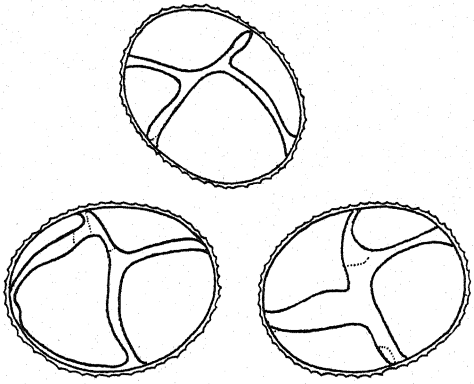


Fig. 364. *Trachychloron regulare:* Chromatophor meist in vier große Wandstücke aufgelöst. Regelmäßige Zellen.

mit oft sehr grober Skulptur, Braunfärbung häufig. Chromatophorenapparat aus 4–8 großen, muldenförmigen und wandständigen Platten bestehend, die manchmal sehr regelmäßig

angeordnet sind und ausgesprochen hyaline Längs- und Querzonen (die Querzone meistens äquatorial) freilassen. Durch diese Anordnung der Chromatophoren bekommt die Zelle ein sehr eigenartiges Aussehen. Chromatophoren oft sehr blaß. Autosporen zu 2–4 gebildet; ungleichmäßige Aufteilung der Chromatophoren scheint sehr häufig vorzukommen. Autosporen, die nur einen Chromatophoren bekommen, sehr häufig. Einmal eine wahrscheinlich völlig Chromatophoren-freie, farblose Autospore beobachtet.

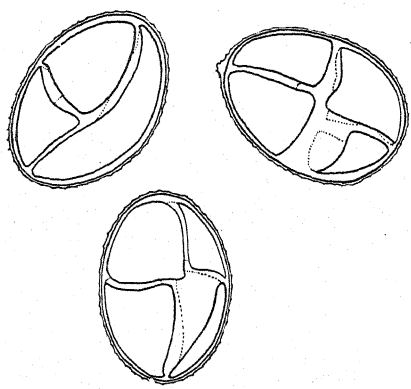


Fig. 365. *Trachychloron regulare:* Etwas mehr unregelmäßige bis eiförmige Zellen, gelegentlich polare Wandverdickung.

Zellen bis 18, meist um 15 μ lang, 10–15 μ breit.

Vorkommen: Aus den *Utricularia*-Kolken am Pfannstielteiche bei Eger. Mit *Tribonema viride* aus Gräben bei Beraun in Böhmen. Wahrscheinlich Organismus der wärmeren Jahreszeit.

6. Trachychloron chlorallantoides (Fig. 366).

Zellen breit und kurz ellipsoidisch, an den Enden breit, manchmal sogar quer abgerundet. Membran sehr derb, oft sehr grob skulpturiert, nicht selten an den plumpen Enden unregelmäßig verdickt und mit derberer Skulptur versehen. Chromatophoren in ihrer Ausbildung sehr schwankend, oft wenige große, polygonal aneinander schließende Chromatophoren; manchmal sehr viel kleine, fast körnchenförmige Chromatophoren, dazwischen alle Übergänge.

Vermehrung durch 2–4 Autosporen; ungleichmäßige Aufteilung der Chromatophoren auch bei dieser Art anscheinend sehr häufig.

Zellen bis 10–15 μ lang, bis 6–10 μ breit.

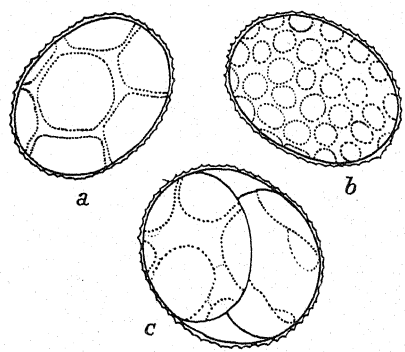


Fig. 366. *Trachychloron chlorallantoides:* Beachte bei *a* und *b* die verschiedene Größe der Chromatophorenscheibchen; *c* Teilungsstadium.

Vorkommen: Nur zweimal beobachtet. In Algen-Material aus Gräben am Brunnberg im Riesengebirge. — Aus Torfgräben im Habsteiner Moor in Böhmen. Hier mit *Oedogonium Itzigsohni*. Aus dem Riesengebirge mit *Binuclearia tatrana* und *Gloeocystis gigas*, also in Gesellschaft „arktischer" Elemente. Oligotherme Alge?

7. Trachychloron biconicum (Fig. 367, 368).

Zellen im Prinzip ellipsoidisch, aber von der Äquatorialzone gegen die beiden Enden zu, manchmal fast geradlinig und breit, kegelförmig verschmälert. Dadurch bekommen die Zellen einen fast rhombischen optischen Längsschnitt. Die beiden Enden abgerundet stumpf. Membran meistens sehr derb, Skulptur meistens sehr deutlich. Membran an den beiden Enden oft sehr stark, manchmal fast warzenartig, verdickt. Chromatophoren entweder wenige und sehr groß oder sehr viele kleine Scheibchen, fast körnchenförmig. Gelegentlich, besonders in mehr gestreckten Zellen nur ein einziger Chromatophor, in anderen Zellen oft nur 2 oder 3 Chromatophoren, von denen einer meist größer ist als die anderen. Die letzteren Ausbildungen aber relativ selten. Vermehrung durch Autosporen; soweit gesehen aber meist nur zwei Autosporen gebildet, an denen kontraktile Vakuolen nicht beobachtet werden konnten.

Zellen in ihrer Größe sehr schwankend, 8–20 μ lang, meist um 14 μ messend, die großen Zellen sehr selten.

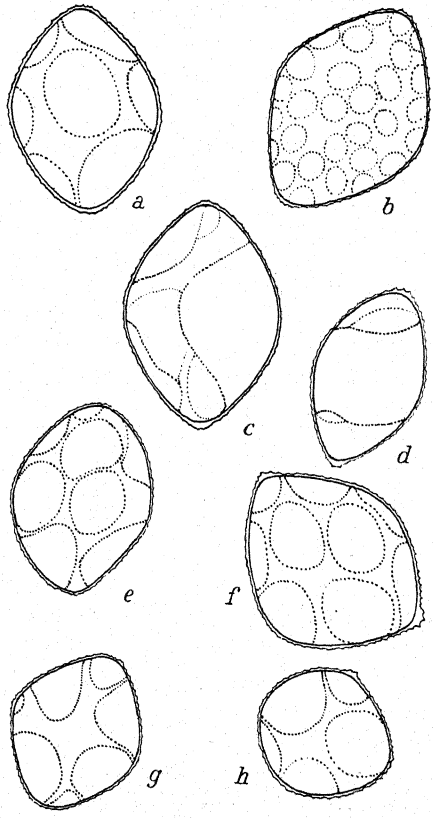


Fig. 367. *Trachychloron biconicum:* Beachte die verschiedene Größe und Ausbildung der Chromatophorenscheibchen, besonders bei *a*, *b*, *c*, *d*; *f*, *h* mehr unregelmäßige, im optischen Schnitt fast deltoidische Zellen.

Vorkommen: Meidet anscheinend mittlere p_H-Werte. Bis jetzt nur in mehr kalk-

haltigen Gewässern gefunden (zweimal mit *Mischococcus* zusammen. Altwässer der Traun zwischen Ischl und Laufen (Oberösterreich); aus dem Radotiner Tal bei Prag.

Die Zellen von *Trachychloron biconicum* zeigen nicht selten unregelmäßige Ausbildungen dadurch, daß die eine Längsseite sich mehr ausbuchtet als die andere. Dadurch wird der optische Längsschnitt der Zelle fast deltoidisch. Es entsteht dadurch eine Monosymmetrie, die dazu verführt, die Querachse der Zelle als Längsachse anzusprechen. Der Umstand aber, daß die Membran an beiden primären Polen der Zelle oft sehr stark verdickt ist, ermöglicht dann immer noch die richtige Orientierung (s. Fig. 368). Die bedeutende Größenschwankung der Zellen ist auffallend. Ich glaube, sie kommt dadurch zustande, daß ausgetretene Autosporen relativ frühzeitig ohne entsprechendes Größenwachstum die definitive Membran bekommen. Meistens haben solche kleine Formen auch nur einen Chromatophoren, was ja ebenfalls für Störungen bzw. Hemmungen im Wachstum spricht.

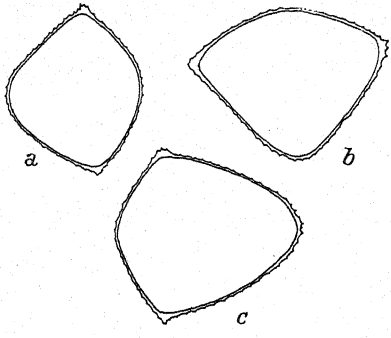


Fig. 368. *Trachychloron biconicum:* Extrem „deltoidische" Zellen, die Längsachse der Zelle liegt in der Verbindungslinie der beiden polaren Membranverdickungen.

Diese sehr schöne und regelmäßige Form erinnert etwas an *Trachychloron regulare*, das gelegentlich ebenfalls eine derbe Membranwarze an einem Pole ausbildet (siehe Fig. 365). Doch ist bei *Trachychloron biverruca*, ganz abgesehen von der Regelmäßigkeit der polaren Dornbildung, die Längenentwicklung vielmehr betont, die Zellen sind fast dreimal so lang als dick.

Zu *Trachychloron biconicum* in der allgemeinen Gestalt parallel ist *Ellipsoidion pulchrum* (siehe S. 418, Fig. 286).

Von *Trachychloron* gibt es noch mehr Arten. Ich erwähne von unvollständigen Beobachtungen eine sehr zartwandige Form mit vielen kleinen Chromatophoren und sehr zarter Skulptur, die ca. 15 μ groß ist; eine sehr winzige Form von nur 4–6 μ Länge mit meist zwei, selten 4 Chromatophoren und manchmal sehr rauh skulpturierter Membran; eine fast kugelige Form, die aber dabei deutlich zweipolig ist mit mehreren Chromatophoren (Größe bei 10–12 μ) und schließlich eine Form

mit binnenständigen Chromatophoren und etwas spitz vorgezogenen Enden (6–8 : 9–14 μ).

In letzter Zeit (Juli 1937) sah ich eine sehr charakteristische *Trachychloron*-art mit ellipsoidischen Zellen, derben Membranen und sehr deutlicher Skulptur. An beiden Polen war je eine derbe Membranwarze, die in einen kurzen Dorn ausgezogen war. Diese Dornen waren gleich oder ungleich. Meist wenige große Chromatophoren. Kein Pyrenoid. Vermehrung durch zwei, meist aber vier Autosporen, die manchmal schon innerhalb der erweiterten Mutterzelle die Polverdickungen hatten. Zellen –18 bzw. – 10 μ breit, oder auch kleinere Formen. Aus einer Algenprobe aus Wiesengräben bei Turkowitz bei Krummau auf Urgestein. ***Trachychloron biverruca*** (Figur im Anhang zu den *Heterococcales*).

22. Aulakochloris Pascher (1930) (Fig. 369–372).

(ἡ αὖλαξ = die Furche, ἡ χλωρηίς = die Grüne.

Zellen meist einzeln oder vorübergehend zu zweien zusammengehalten, in den beobachteten Formen immer mehr

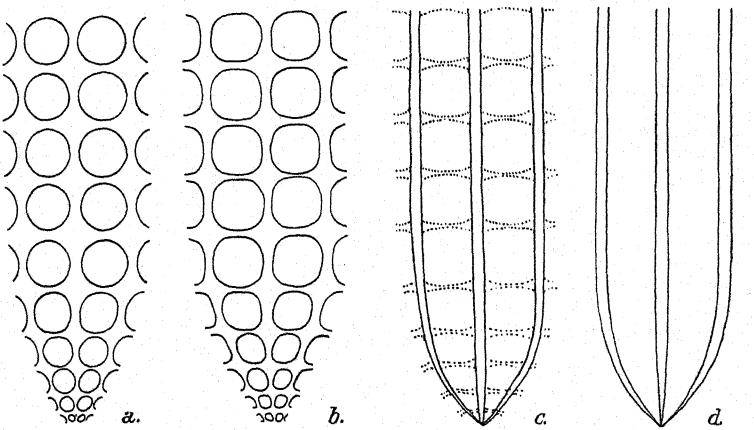


Fig. 369. *Aulakochloris:* Übergang der charakteristischen Skulptur wie bei *a* in die Kammerskulptur *c*, beziehungsweise reine Streifenskulptur *d*.

ellipsoidisch als kugelig, wobei junge Zellen nicht selten etwas ungleich sind. An den erwachsenen Zellen, doch meist auch schon an den jungen Zellen eine auffallende Skulptur der Membran, die von Pol zu Pol verlaufende, meridionale Längsstreifen zeigt. Diese Längsstreifen entsprechen vorstehenden Membranrippen, die sich an den Polen manchmal in unregelmäßiger

Weise treffen und zwischen denen flache Rinnen verlaufen. Diese Rinnen sind bei mehreren Arten durch kleine, zarte, manchmal aber derbe Querwände abgeteilt, die meist etwas weniger hoch als die Längsrippen sind und die Längstäler in kleine Kammern abteilen (siehe Allgemeinen Teil, S. 136). Membran derb, manchmal leicht rötlich verfärbt und verkieselt. Protoplast völlig gleich dem anderer Heterococcalen, ein oder mehrere Chromatophoren, die oft so groß sind, daß sie nur helle Bänder zwischen sich freilassen, ferner Öl und Fetttropfen, Kristalloide, Eiweißkristalle und in jüngeren Zellen auch oft Leukosin.

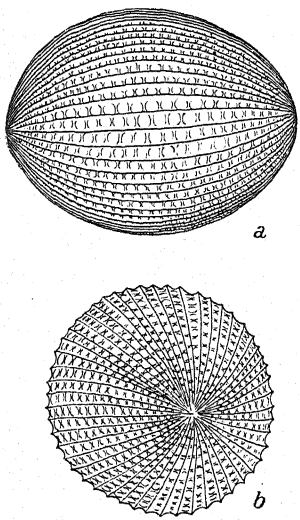


Fig. 370. *Aulakochloris areolata:* *a* Zellen in der Längsansicht; *b* schief von einem Pole gesehen.

Vermehrung bis jetzt nur in der Form von Autosporenbildung beobachtet: innerhalb der Zelle entstehen nach Teilung des Protoplasten meist zwei, doch auch vier Tochterzellen, die sich sofort behäuten und deren Membran noch in der Mutterzelle die charakteristische Skulptur anlegt. Unklar ist die Art der Öffnung der Mutterzellen und das Freiwerden der Autosporen. Vielleicht Zweiteiligkeit der Membran.

Aulakochloris steht den anderen Heterococcalen mit skulpturierter Membran nahe und ihre Membranskulptur läßt sich leicht auf die Membranskulptur der anderen Heterococcalen beziehen (siehe Fig. 369). Bekanntlich ist die Membran bei diesen in der Weise skulpturiert, daß Reihen von kreisförmigen Vertiefungen der Membran netzförmig aneinander schließen und zwischen diesen Vertiefungen Membranleisten entwickelt sind. Die Reihen der Membranvertiefungen sind in den allermeisten Fällen geordnet und ziehen bei länglichen Zellen in Winkeln von 60 oder 90 Grad mehr oder weniger der Länge oder der Quere nach über die Zellen. Bei *Aulakochloris* nun sind die Membranleisten in der Längsrichtung sehr stark gefördert und bilden die durch seichte Rinnen getrennten Längsrippen, die Querleisten entsprechen den Membranleisten, die zwischen den Vertiefungen in der anderen Richtung, also quer zur Zelle, verlaufen; die kleinen Kämmerchen selber entsprechen den Mem-

branvertiefungen. Denkt man sich an einer ellipsoidischen Zelle, in der die Reihen der Membranvertiefungen meridional von Pol zu Pol verlaufen, die der Länge nach orientierten Membranleisten besonders gefördert, so entstehen die für *Aulakochloris* charakteristischen Skulpturen.

Die Querleisten, die die Längsfurchen kammern, sind meist niedriger als die Längsleisten. Verschwinden die Querleisten ganz, so entstehen durchlaufende Längsrinnen, es bleiben dann nur die Längsleisten über.

Drei Arten:

Bestimmungsschlüssel:

I. Die seichten, von Pol zu Pol ziehenden Längsrinnen der Haut durch Querleisten gekammert.
   1. Kammerung fein, Zellen bis 18 μ lang . **Aulakochloris areolata 1.**
   2. Kammerung sehr grob, Zellen max. bis 12 μ lang **Aulakochloris reticulata 2.**

II. Zwischen den Längsrippen keine Querleisten, keine Kammerung der Längsrinnen, einfache Längsrippen . . . . **Aulakochloris striata 3**

1. Aulakochloris areolata (Fig. 370).

Zellen breit ellipsoidisch, an beiden Polen breit abgerundet. Membran manchmal leicht rötlich verfärbt. Längsrippen zart, nur wenig voneinander entfernt, daher sehr viele Längsrippen, Querleisten ebenfalls zart und so angeordnet, daß die ganze Zelle areoliert erscheint (s. Fig. 370*a*, *b*). Chromatophoren zwei bis zahlreich, immer wandständig. Rote Exkretöltropfen. Autosporen zu zweien gebildet.

Zellen bis 10–18 μ lang, bis 14 μ breit.

Vorkommen: Im Blaualgenschleim, der im Sommer und Herbst viele Wasserpflanzen dicht überzieht und eine eigenartige Flora enthält. Musikantenteich bei Hirschberg in Böhmen (1929).

Vielleicht keine einheitliche Art.

2. Aulakochloris reticulata (Fig. 371*a*, *b*, 372).

Wie die vorhergehende Art, Membran aber immer viel derber, oft direkt derb, Längsrippen weit voneinander abstehend, daher wenig Längsrippen, ebenso die Querrippen weiter voneinander abstehend, so daß relativ große Felder zustande kommen (s. Fig. 371*a*).

Zellen in ihrer Größe sehr schwankend, soweit gesehen, niemals über 14 μ groß. Zellen etwas dicker als die etwas mehr gestreckte *Aulakochloris areolata*.

Vorkommen: Ein einziges Mal aus den Wiesengräben am Neubauerbach bei Mugrau im Böhmerwald (1912).

Möglicherweise tritt diese Art in zwei Formen auf, die sich in der Größe unterscheiden.

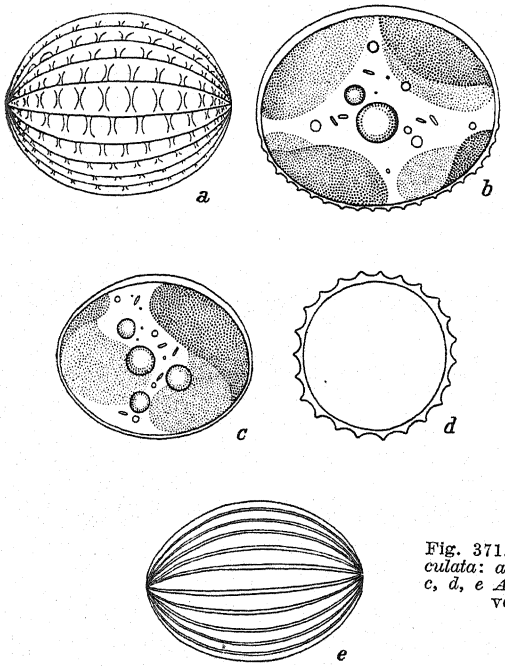


Fig. 371. *Aulakochloris: a, b Au. reticulata: a* Membransicht; *b* Längsschnitt; *c, d, e Au. striata:* hier die Querrippen vollständig verschwunden.

3. Aulakochloris striata (Fig. 371 *c, d, e*).

Zellen gestreckt ellipsoidisch, Verhältnis der Länge zur Breite immer größer als bei den beiden anderen Arten. Die gestreckteste Art. Längsleisten sehr derb, Querleisten vollständig fehlend und auch nicht angedeutet. Chromatophoren meistens nur zwei. Vermehrung nicht gesehen.

Die kleinste Art: Zellen höchstens bis 12 μ lang, bis 9 μ breit, meistens aber etwas kleiner (7–9 μ).

Vorkommen: Aus einem leicht salzigen Kolke bei Großsiehdichfür bei Franzensbad im Böhmerwald, zusammen mit *Placosphaera* auf *Utricularia*.

Es gibt wahrscheinlich auch eine Art, die mehr walzlich ellip-

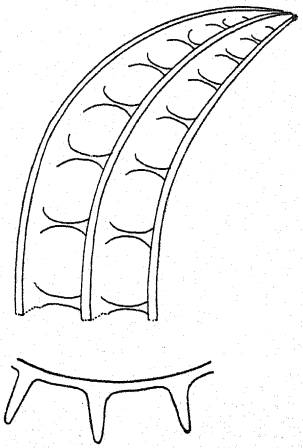


Fig. 372. Ein Stück der Membran von *Aulakochloris reticulata* stärker herausgezeichnet: oben in der Aufsicht, unten im Querschnitt.

soidisch ist und *Chlorallantus*-artig aussieht. Ich sah leider zu wenig davon.

23. Chlorallantus Pascher (1930) (Fig. 373–379).

(χλωρός = grün; ἡ ἀλλᾶς, -αντός = die Wurst.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 421.

Zellen immer einzeln lebend, kurz walzlich ellipsoidisch bis ausgesprochen walzlich, seltener in einzelnen Zellen ellipsoidisch oder ellipsoidisch kugelig, immer gerade, an beiden Enden

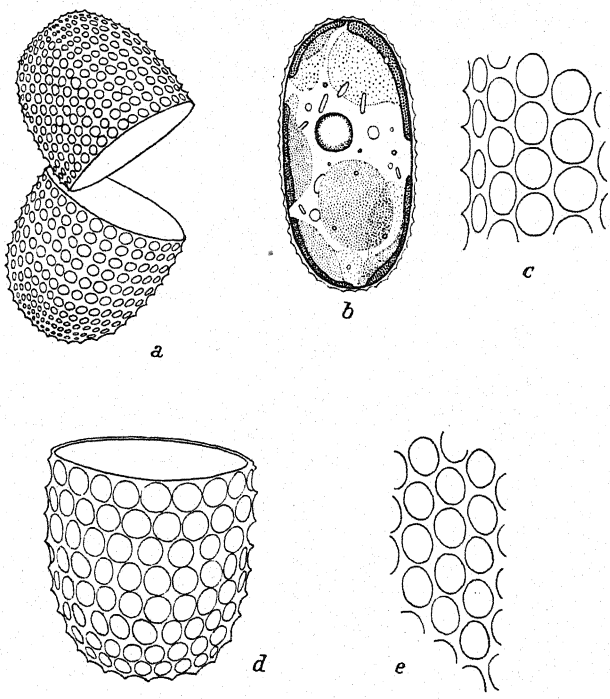


Fig. 373. *Chlorallantus oblongus: a* die beiden Hälften der Membran aufgeklappt, Wabenreihen sich rechtwinkelig schneidend; *b* Zelle im Längsschnitt; *c, d, e* Membran mit Wabenreihen, welche sich im Winkel von 60° schneiden.

gleich und hier entweder breit bis halbkugelig abgerundet oder fast kegelförmig verschmälert. Membran relativ derb und stark glänzend; wie Ausglühversuche gezeigt haben, auch deutlich verkieselt, meistens aus zwei, meistens gleichen Teilen bestehend, deren Fuge bei manchen Arten bereits im vegetativen Zustand erkennbar ist. Membran skulpturiert, durch Reihensysteme von Dellen, die entweder rechtwinkelig oder unter einem Winkel

von 60 Grad sich schneiden und der Membranoberfläche ein zartes bis derbnetziges bzw. wabiges Aussehen geben. Waben entweder vier- oder sechseckig. Bei manchen Arten sind die Membranleisten zwischen den Dellen an ihren Schnittpunkten dornenförmig vorgezogen. Die Zellen erscheinen dann mit Dornen besetzt, die manchmal wieder an den Zellenden länger sein können als an der Mantelfläche. Skulptur sehr schwankend, oft sehr derb und deutlich, fast grob, manchmal an den alten Zellen sehr zart. Chromatophoren mehrere bis viele, wandständig, scheibchenförmig, manchmal ungleich. Fett- und Öltropfen, manchmal glänzende Ballen, die nicht wasserlöslich sind und auch keine Fettreaktion geben, doch keine rubinroten Öltröpfchen.

Vermehrung durch Bildung von 2–4, doch auch 16 Teilprotoplasten, die zu typischen Heterokontenschwärmern werden. Sie werden durch Aufklappen der beiden Membranhälften frei, wandeln sich in zart behäutete Zellen um, die dann zur typischen Form heranwachsen. Auch (zu 2–4 gebildete) Autosporen beobachtet, diese sind kurz ellipsoidisch-kugelig und werden wie die Schwärmer entleert. Sporen nicht mit Sicherheit beobachtet (siehe *Chlorallantus oblongus*).

Chlorallantus kann speziell in den gelegentlich auftretenden ellipsoidischen Zellen mit *Trachychloron* verwechselt werden. Doch zeigt *Trachychloron* auch in reicherem Material niemals ausgesprochen zylindrische Zellen. Ferner sieht *Chlorallantus* der Gattung *Monallantus* ähnlich, die ebenfalls zylindrische Zellen hat. *Monallantus* hat aber immer eine unskulpturierte, zarte Membran, die vielleicht nicht von vornherein zweiteilig ist. Junge Zellen von *Chlorocloster* und *Bumilleriopsis* ebenso wie mehr gestreckte Zellen von *Ellipsoidion* können jungen *Chlorallantus*-Zellen ähnlich sehen. Die genannten Gattungen haben aber immer unskulpturierte Membranen.

Chlorallantus schließt sehr schön an *Trachychloron* an und erscheint z. B. durch *Trachychloron chlorallantoides* geradezu vermittelt, um so mehr als auch bei *Chlorallantus* manchmal mehr ellipsoidisch-walzliche als rein walzliche Zellen auftreten. Ich verweise auf einen Vergleich von Fig. 366 auf S. 512. Gleichwohl läßt sich *Chlorallantus* durch die Betonung der walzlichen Form und die ausgesprochene Zweischaligkeit gut abgrenzen, um so mehr, als für *Trachychloron* die Zweischaligkeit der Membran noch nicht erwiesen ist.

Bis jetzt drei Arten bekannt:

I. Zellen ellipsoidisch walzlich bis ellipsoidisch, an beiden Enden breit abgerundet:
   1. ohne Stacheln . . . . . **Chlorallantus oblongus** *1.*
   2. mit kurzen Stacheln . . . . . **Chlorallantus spinosus** *2.*

II. Zellen an den Enden breit kegelförmig verschmälert und schließlich abgerundet . . . . . **Chlorallantus attenuatus** *3.*

1. Chlorallantus oblongus Pascher (1930) (Fig. 373, 374).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 422.

Abb.: Pascher, ebenda (1930) 422, Fig. 419.

Zellen ellipsoidisch walzlich, oft sehr betont walzlich, manchmal mehr ellipsoidisch, an beiden Enden breit abgerundet, dabei immer gerade. Membran derb mit ausgesprochener, netziger Skulptur. Zwischen den Netzmaschen deutliche Dellen, die Netzpunkte aber nicht dornenförmig vorgezogen. Skulptur meist sehr deutlich (seltener sehr zart), auch dann, wenn die Membran gelegentlich eisenbraun gefärbt ist. Verkieselung wahrscheinlich. Zusammensetzung der Membran aus zwei Hälften oft schon an der vegetativen Zelle deutlich. Chromatophoren mehrere, wandständig, scheibchenförmig und häufig relativ klein, manchmal einzeln; besonders größere Chromatophoren unregelmäßig gelappt oder einseitig eingeschnitten. Kleine, glänzende, stäbchenförmige Gebilde vorhanden, ebenso Fett und Öl. Rote Öltröpfchen nur selten.

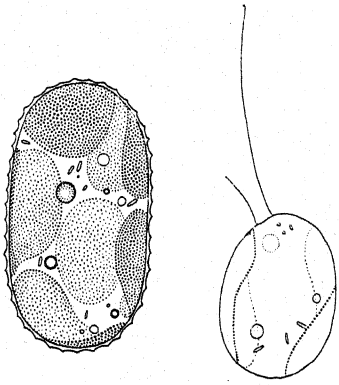


Fig. 374. *Chlorallantus oblongus:* zart skulpturierte Zelle, rechts daneben ein Schwärmer. Nebengeißel zu kurz gezeichnet.

Vermehrung durch Zwei- oder Mehrteilung des Zellinhaltes und Bildung von typischen Heterokontenschwärmern, die durch Auseinanderweichen der Membranhälften frei werden. Schwärmer mit einer auffallend langen Nebengeißel, ca. die halbe Länge der Hauptgeißel. Neben der Schwärmerbildung auch Bildung von zwei, seltener mehr Autosporen, die zunächst mehr kugelig-ellipsoidisch sind und durch Aufklappen der Muttermembran frei werden. Andere Stadien nicht beobachtet.

Möglicherweise gehören zu *Chlorallantus oblongus* mit zwei bis drei Chromatophoren versehene Cysten, deren Wände stark glänzen und aus zwei sehr ungleichen Stücken zusammengesetzt sind.

Zellen klein, 10–15 μ lang, 5–9 μ breit.

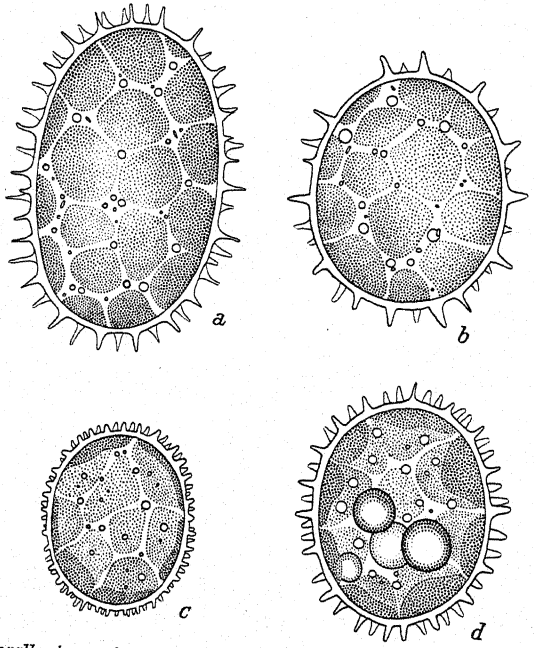


Fig. 375. *Chlorallantus spinosus:* vier verschiedene Zellen mit verschieden grober Skulptur (nach CEDERCREUTZ).

Vorkommen: Im stark sauren Swamp einer fast verlandeten Bucht des Hirschberger Großteiches zwischen *Drepanocladus* und *Sphagnum*; ferner aus den Musikantenteichen bei Hirschberg; aus Franzensbad, auch aus den Teichen bei Hrnčíře bei Prag. Anscheinend mit großer ökologischer Spannweite.

2. Chlorallantus spinosus CEDERCREUTZ 1931 (Fig. 375–377).

CEDERCREUTZ, Arch. Prot. **75** (1931) 520.

Abb.: CEDERCREUTZ, a. a. O. S. 520, Fig. 2.

Zellen in der typischen Ausbildung ausgesprochen walzlich, doch auch mit mehr ellipsoidischen bis ellipsoidisch walzlichen Zellen; junge Zellen manchmal fast kugelig, beiderseits breit bis fast halbkugelförmig abgerundet mit derber Membran, die

deutlich netzmaschige Struktur zeigt. Die Netzpunkte deutlich dornenförmig vorgezogen; Dornen meistens gleich lang, gelegentlich aber an den beiden Enden vereinzelt längere Dornen. Netzskulptur nicht immer sehr deutlich, Stacheln jedoch immer vorhanden. Dichte der Stacheln entsprechend der Beschaffenheit der Skulptur (die Netzmaschen können enger und weiter sein) sehr wechselnd. Chromatophoren zahlreich, oft groß und polygonal.

Vermehrung durch 2–16 Schwärmer. Schwärmer mit einem oder zwei Chromatophoren, Hauptgeißel eineinhalb mal körperlang, Nebengeißel auffallend kurz und manchmal kaum ein Zehntel der Hauptgeißel messend. Kein Stigma festgestellt. Die Schwärmer wandeln sich sehr

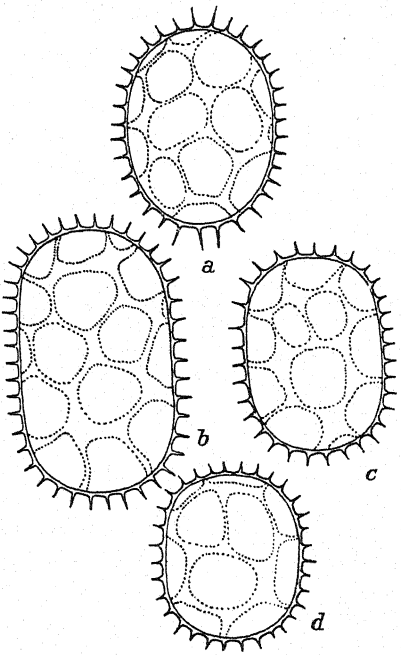
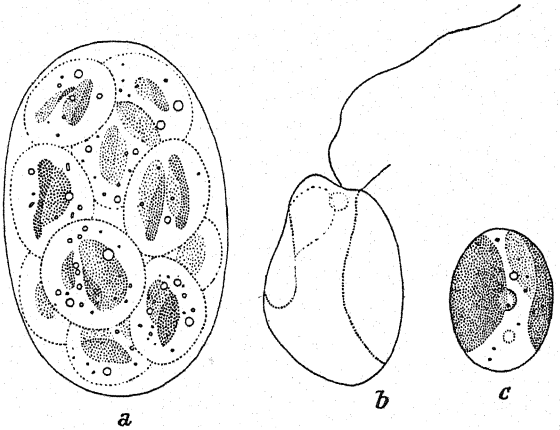


Fig. 376. *Chlorallantus spinosus:* die derbere, scharf dornige, mehr zylindrische Form. Vielleicht eigene Art.



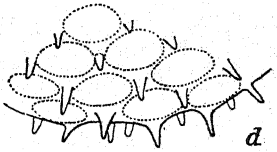


Fig. 377. *Chlorallantus spinosus:* *a* Schwärmerbildung; *b* Schwärmer; *c* junge Zelle; *d* Membranskulptur sehr stark vergrößert.

bald in ellipsoidische Zellen um, die langsam heranwachsen und die Skulptur annehmen. Auch Autosporen; diese zu 2–4 gebildet.

Zellen bis 30 μ lang, bis 15 μ breit, Stacheln bis 5 μ lang.

Vorkommen: Mehrere Male in einem kleinen Tümpel bei Šeberov bei Prag; aus den Musikantenteichen bei Hirschberg in Böhmen. Sehr selten.

Diese Art ist in bezug auf ihre Zellform recht variabel: während CEDERCREUTZ mehr gestreckt ellipsoidische Zellen vorgelegen haben, die an die Zellen der Gattung *Trachychloron* erinnern, sah ich seit dieser Zeit, und zwar wiederholt, ausgesprochen walzliche Zellen von verschiedener Länge, die in Fig. 376 wiedergegeben sind. *Chlorallantus spinosus* erscheint daher eine relativ große Variationsbreite zu haben, die sich auch auf die Stachellänge bezieht. Bei *Chlorallantus spinosus* konnte die Zweischaligkeit der Membran noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

3. Chlorallantus attenuatus (Fig. 378).

Zellen meistens ausgesprochen walzlich, an beiden Enden jedoch immer fast geradlinig breit kegelförmig verschmälert und schließlich stumpf bis abgerundet stumpf. Gelegentlich zeigen einzelne Zellen eine leichte Einschnürung. Membran auffallend derb, manchmal rostrot gefärbt; mit meist deutlicher Netzskulptur, wobei die Netzpunkte zu kleinen, spitzen Warzen oder kurzen Dornen vorgezogen sein können. Diese Dornen und Warzen an den beiden Enden immer länger als an den Flanken. Sehr selten treten fast skulpturlose Zellen auf, die aber schon wegen ihrer Größe nicht als junge Zellen anzusprechen sind. Chromatophoren zahlreich, scheibchenförmig; sonst verhält sich diese Art wie die anderen Arten, Vermehrung jedoch nicht beobachtet.

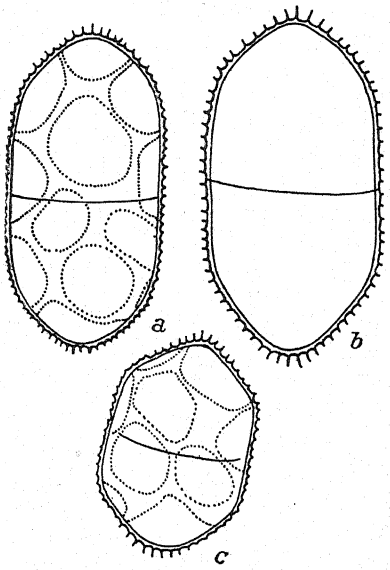


Fig. 378. *Chlorallantus attenuatus:* Beachte die an den Enden der Zelle befindlichen etwas längeren Stacheln.

Die Trennungslinie der beiden Membranhälften ist bei *Chlorallantus attenuatus* wegen der Derbheit der Membran oft sehr auffallend. Dazu sind die beiden Membranhälften manchmal etwas ungleich.

Die eigenartige kegelförmige Verschmälerung der sonst breit abgerundeten Enden kehrt in den verschiedensten Gattungen immer wieder. Während die meisten *Bumilleriopsis* abgerundete Enden haben, ist *Bumilleriopsis closterioides* ebenfalls an den Enden kegelförmig verschmälert. Dasselbe ist bei

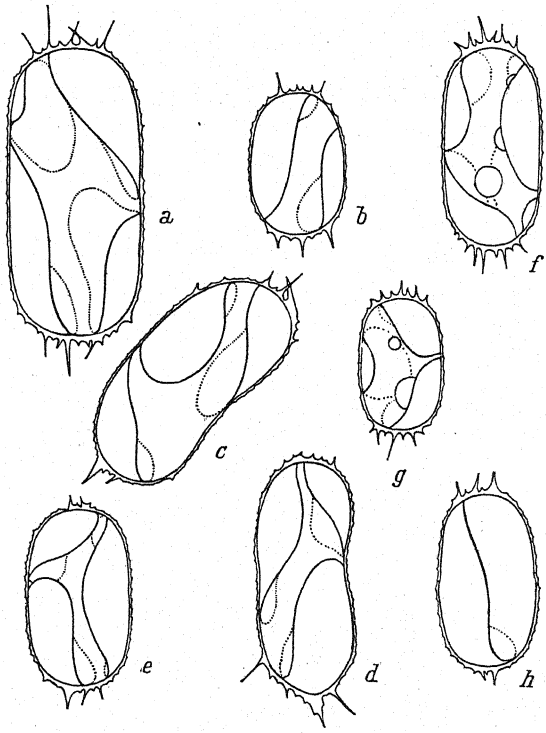


Fig. 379. *Chlorallantus comosus:* An der Mantelfläche der Zelle Skulptur sehr zart, an den Enden lange, derbe und ungleiche Stacheln entwickelt.

Centritractus der Fall *Centritractus belonophorus*, *C. ellipsoideus* mit abgerundeten Enden, *Centritractus africanus* kegelförmig endend. Eigenartigerweise unterscheiden sich auch einzelne *Tribonema*-Arten in der gleichen Weise, bei den einen haben die einzelligen Keimlinge abgerundete, bei den anderen kegelförmige Enden.

Zellen 12–20 μ lang, 6–8 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus einem eisenhaltigen Wiesengraben unter *Microspora*-Material, dem sehr viel *Closterium acerosum* beigemischt war, vielleicht nicht primärer Standort.

Neben den hier angegebenen Arten gibt es noch andere. Eine davon scheint recht gut charakterisiert zu sein: durch ihre ziemlich kleine Größe und die eigenartige Betonung der Skulptur an den Enden der Zellen, die förmlich schopfartig betonte Stacheln haben, während an der Mantelfläche der Zelle Stacheln fast zu fehlen scheinen. Diese Betonung der Endstacheln ist ja bereits bei *Chlorallantus spinosus* und *Chlorallantus attenuatus* angedeutet. Ich bezeichnete diese Art in meinen Notizen als ***Chlorallantus comosus*** (Fig. 379).

Zellen 4–6 μ breit, 8–10 μ lang, auch noch kleiner.

Alge saurer Gewässer. Aus Gräben längs der Olsch im südlichen Böhmerwalde.

Asterogloeae.

Zellen wie bei den Trachychlorideen skulpturiert, in der Skulptur im besonderen der Gattung *Akanthochloris* gleich, aber nicht einzeln lebend, sondern zu mehreren in unregelmäßigen Gallertlagern, deren Gallerte nach unserer derzeitigen Kenntnis keine besondere Struktur aufweist.

Koloniale Weiterentwicklung der Trachychlorideen, die unter den anderen Algenreihen keine Parallele hat.

Wenig bekannte und unsichere Algenreihe, mit einer einzigen Gattung:

24. Asterogloea Pascher (1930) (Fig. 380–382).

(Name ὁ ἀστήρ = der Stern, γλοῖος = schleimig.)

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 420.

Zellen wenig- bis vielzellige, gallertige Lager bildend, in denen sie einzeln oder knapp nach der Teilung zu zweien oder zu vieren etwas genähert liegen. Gallerte ohne Struktur, vor allem keine Schichtung an ihr wahrnehmbar. Lager relativ klein, nur Bruchteile eines Millimeter messend. Zellen rund, mit derber Membran, die wahrscheinlich aus zwei gleichen, halbkugeligen Stücken besteht, stark glänzt und vielleicht kieselsäurehaltig[1]) ist. Ihre Oberfläche ist durch Reihensysteme von maschenartig aneinander schließenden Tüpfeln skulpturiert; die Maschen-

[1]) Ausglühversuche wurden nicht gemacht.

ecken sind in kleine, spitze Wärzchen oder radiäre Zäpfchen ausgezogen, so daß die Membran der Zelle im optischen Querschnitt regelmäßig gekerbt, warzig oder sternförmig mit kleinen Zäpfchen oder Stacheln besetzt erscheint. Die Variabilität der Skulptur ist sehr groß (Fig. 382), wobei es wahrscheinlich ist, daß die in ihrer Skulptur verschiedenen Formen nicht, wie es hier geschehen ist, zu einer Art zusammengefaßt werden dürfen, sondern verschiedene Arten darstellen. Membran manchmal rötlich gefärbt. Chromatophoren zwei bis drei, manchmal bis fünf, wandständig, scheibchen- bis muldenförmig, oft sehr ungleich groß, manchmal nicht gelbgrün, sondern merkwürdig

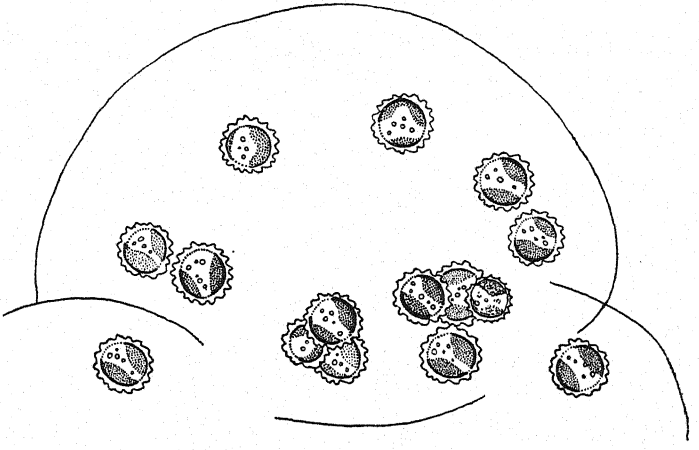


Fig. 380. *Asterogloea gelatinosa:* Stück eines Lagers mit mehreren Zellen. Zellen zum Teil noch in tetraedrischer Anordnung. (Autosporenbildung.)

trüb olivgrün. Fett- und Öltröpfchen, vielleicht Leukosin und besonders vor der Teilung die stäbchenförmigen, stark glänzenden Gebilde. Vermehrung entweder durch Teilung des Protoplasten, wobei die Tochterzellen, ohne beweglich zu werden, neue Membranen bilden und noch eine Zeitlang beisammen bleiben; oder durch Bildung von einem oder zweier Schwärmer aus einer Zelle, die einen oder zwei Chromatophoren besitzen. Schwärmer nicht sehr vollständig beobachtet, da nur in wenig Exemplaren gesehen. Jedenfalls mit einer relativ langen Geißel versehen, vorausgesetzt, daß die beobachteten Schwärmer tatsächlich zu den Zellen des Lagers gehörten, was insofern wahrscheinlich ist, als die Schwärmer ausschließlich im Lager vorhanden waren. Andere Stadien nicht gesehen. Bis jetzt eine einzige Art bekannt.

Asterogloea kann bei oberflächlicher Beobachtung mit verschiedenen Algen, die ähnliche Lager bilden, verwechselt werden. Die ähnlichen Protococcalengattungen schalten ja durch den anders beschaffenen Chromatophoren und durch den Stärkegehalt aus. Von Heterokonten käme vielleicht *Gloeobotrys* in Frage, die sich aber durch die anders beschaffene, unskulpturierte, zarte, glatte Membran unterscheidet. *Asterogloea* hängt mit *Akanthochloris* zusammen und stellt nur eine koloniale Weiterentwicklung dieser isoliert lebenden Heterococcale dar. (Ähnlich das Verhältnis von *Gloeobotrys* zu *Pleurochloris*.)

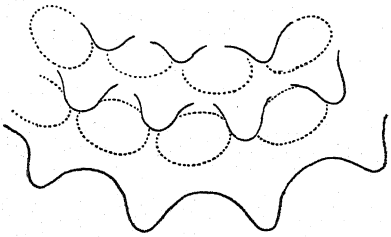


Fig. 381. *Asterogloea gelatinosa:* Membranskulptur stärker vergrößert.

Asterogloea nimmt insofern eine recht isolierte Stellung ein, als wir keine Chlorophycee, Chrysophycee oder andere Heterokonten mit skulpturierten Zellmembranen kennen, die in Gallertkolonien leben. Da die Gallertsubstanzen in den Zellen gebildet werden, aus denen sie austreten, so muß bei *Asterogloea* auf feine Durchbrechungen der Membran geschlossen werden, die mit der Membranskulptur nicht notwendigerweise zusammenhängen müssen.

Auffallend ist die Tatsache, daß in der Gallerte, die die Zellen zusammenhält, keine leeren Zellmembranen bzw. leere halbkugelige Membranhälften zu finden sind, wie sie besonders in größeren Membrankomplexen mit reicher Vermehrung der Zellen zu sehen sein sollten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Membranen sich trotz ihrer Derbheit irgendwie verändern und sich schließlich der Beobachtung entziehen. Bemerkt sei, daß keine Gallertfärbungen gemacht wurden.

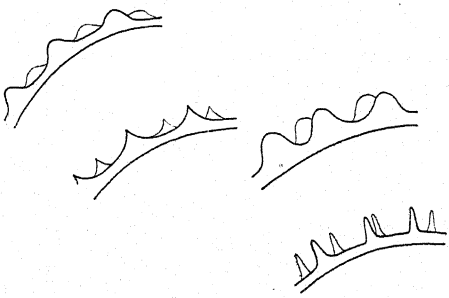


Fig. 382. *Asterogloea gelatinosa:* Verschiedene Formen der Skulptur.

In der allerletzten Zeit sind mir Bedenken gekommen, ob die Gallerte von *Asterogloea* zu den *Asterogloea*-Zellen gehört oder

ob es sich bei *Asterogloea* um *Akanthochloris* handelt, deren Zellen in den Gallerten anderer Algen leben. Dafür spräche die ungleichmäßige Verteilung der Zellen in der Gallerte, dagegen der Umstand, daß die Gallerte scharf begrenzt war und abgesehen von vereinzelten Bakterien keine anderen Organismen in der Gallerte vorkamen. Leider ist die Alge anscheinend sehr wenig häufig und auch wegen der Unscheinbarkeit und Kleinheit der Zellen leicht zu übersehen.

Asterogloea gelatinosa PASCHER (1930) (Fig. 380–382).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 420.

Abb.: PASCHER, a. a. O. 421, Fig. 17, 18.

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 5–9 μ (sehr selten bis 15 μ) im Durchmesser.

Vorkommen: Sehr leicht zu übersehende Alge. Stark humussauere, stehende Gewässer: bis jetzt Kolke am Pirtschenteich bei Franzensbad in Böhmen, im Schleime, der in solchen stehenden Gewässern Wasserpflanzen, speziell *Utricularia* und anderen Organismen anliegt, mit *Ophiocytium*, *Centritractus*, *Closterium acerosum*, *Tetmemorus* und anderen Organismen, die für eisenreiche und zugleich humussaure Gewässer charakteristisch sind.

Wahrscheinlich keine einheitliche Art.

Chlorokoryneae.

Festhaftende Zellen von ei-birnförmiger bis länglich-unregelmäßiger Gestalt, deren skulpturierte Membran an einem, dem freien Ende meist stark, meist sogar zapfenartig verdickt ist, während das andere, meist breitere Ende, dessen Membran nicht verdickt ist, der Unterlage anhaftet. Zellen einzeln oder in dicht stehenden Gruppen, in denen sich die Zellen unregelmäßig abplatten können.

Wenig bekannte Gruppe, die sicherlich eng mit den Trachychlorideen zusammenhängt und bis zu einem gewissen Grade die zur Besiedelung der Unterlage übergegangene Weiterentwicklung darstellt.

Eine einzige Gattung.

25. Chlorokoryne (Fig. 383–389).

(χλωρός = grün; ἡ κορύνη = die Keule.)

Zellen, wenn erwachsen, von verschiedener Form, ellipsoidisch, eiförmig, meist schief-birnförmig, unregelmäßig walz-

lich und dabei oft etwas gekrümmt oder unregelmäßig gebogen, an einem Ende breit, abgerundet oder abgeflacht; gegen das andere Ende meist etwas verschmälert bis zusammengezogen, und hier die Membran deutlich verdickt und meist zapfenartig bis horn- oder wurstförmig verlängert. Diese auffallende Verdickung meist deutlich geschichtet, oft etwas von der Längsrichtung der Zelle abgebogen und dabei gerade oder gekrümmt. Zellen einzeln oder in Gruppen, zu allermeist mit ihrem breiteren Ende auf verschiedener Unterlage (Schlammteilchen oder Schilf usw. festhaftend), wenn dicht nebeneinander stehend sich gegenseitig abplattend und verbiegend, und dann von oben gesehen förmlich parenchymatisch zusammenschließend. Membran meist derb, manchmal (ob immer?) zweischichtig, außen in der charakteristischen Weise skulpturiert, wobei sich die Skulptur auch über die einseitige, zapfenartige Membranverdickung fortsetzt. Membran nicht selten deutlich rötlich verfärbt. Chromatophoren mehrere bis viele, deutlich wandständig, ohne Pyrenoid. Rote Öltröpfchen und vielleicht auch Eiweißkristalle.

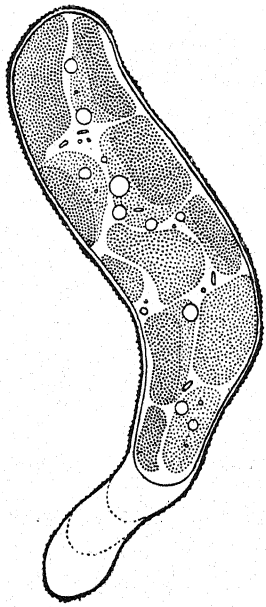


Fig. 383. *Chlorokoryne Petrovae:* Inhalt der Zelle gezeichnet; vergl. dazu noch Fig. 114, S. 140.

Vermehrung nicht beobachtet. Gelegentlich kamen gedehnte Zellen vor, die zwei bereits behäutete und auch skulpturierte Tochterzellen einschlossen. Dann waren auch junge, kugelige, mit zarter Haut versehene Zellen zu finden, die allmählich zur beschriebenen Form heranwuchsen, und gelegentlich fanden sich auch Zellen mit binnenständig verlagerten Chromatophoren, wie sie regelmäßig bei verschiedenen Heterococcalen vor der Aufteilung des Protoplasten in die Schwärmer vorkommen. Demnach dürften auch Schwärmer gebildet werden.

Abgesehen von der Vermehrung ist bei dieser Alge noch unklar, wie sie sich festsetzt und wie sie festsitzt. Jedenfalls ist der Zusammenhang mit der Unterlage nicht sehr fest, denn die Zellen lassen sich sehr leicht ablösen. Ebenso ist die Frage nicht gelöst, ob die Membran aus zwei Stücken oder aus einem besteht. *Chlorokoryne* ist deshalb von Interesse, weil sie die

einzige bis jetzt bekannte Heterococcale mit skulpturierter Haut ist, die fest sitzt.

Die eigenartige, polar differenzierte Zellform, die durch die einseitige Hautverdickung besonders betont ist, kommt unter den Heterococcalen, außer bei *Chlorokoryne*, auch noch bei

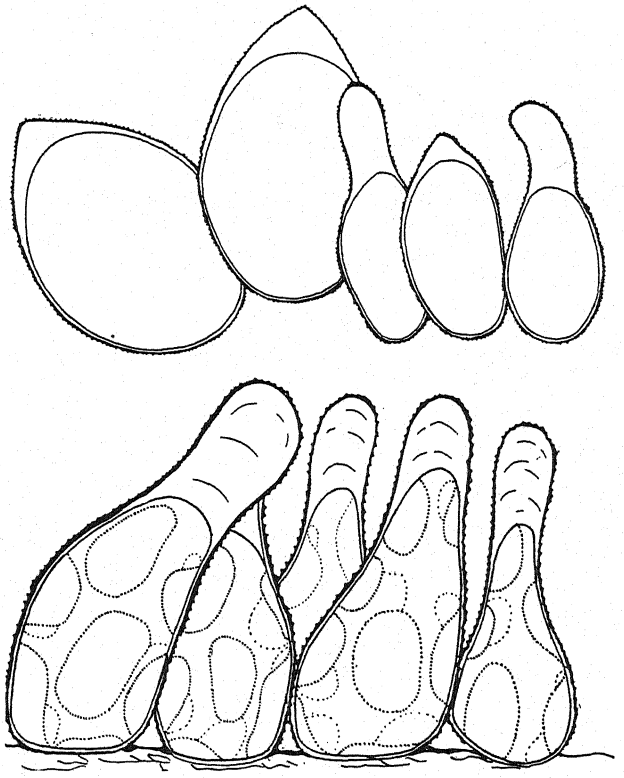


Fig. 384. *Chlorokoryne Petrovae:* zwei Gruppen am Substrat anhaftender Zellen; beachte die verschiedene Form der Zellen.

der Gattung *Excentrochloris* vor. Diese Alge ist aber immer viel größer, hat eine glatte Haut und sitzt auch nicht fest.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß *Chlorokoryne* nicht mit der geschichteten, oft stielartigen Membranverdickung festsitzt, sondern mit dem anderen Ende, das keine Membranverdickung hat. Eine entfernte Analogie dazu ist bei einigen festsitzenden *Characiopsis*- und *Chlorothecium*-Arten zu finden, bei denen ebenfalls das freie Ende der Zelle eine Membranverdickung aufweist, die aber niemals die manchmal ganz ab-

sonderlichen Formen und Größen haben, wie sie bei *Chlorokoryne* vorkommen.

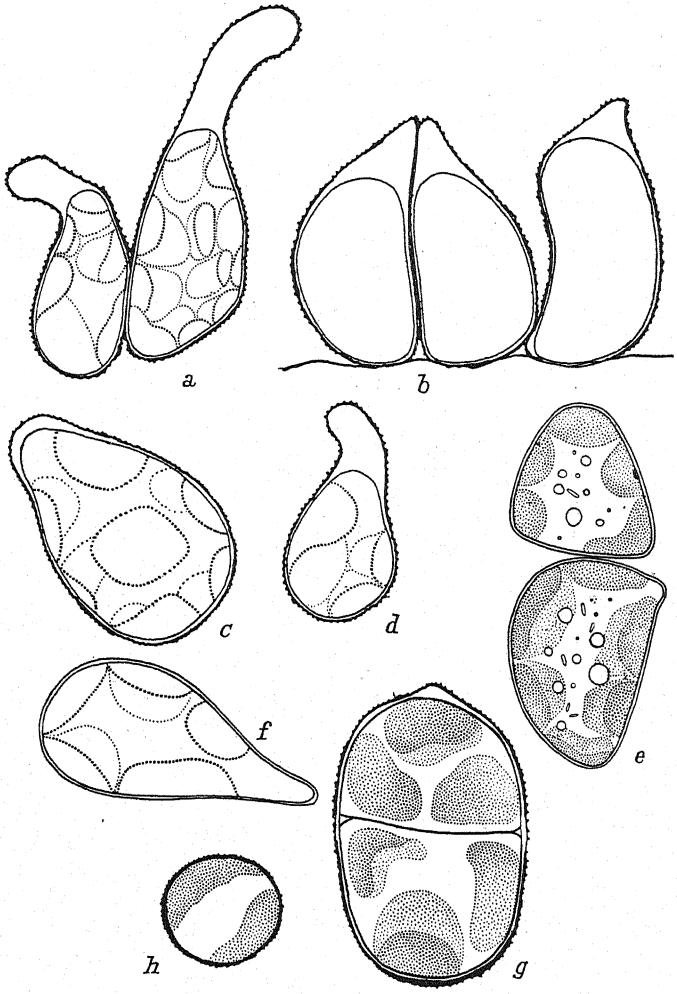


Fig. 385. *Chlorokoryne Petrovae: a, b* verschiedene, nebeneinander stehende, am Substrat anhaftende Zellen. Beachte die verschiedene Form der Membranzapfen; *c, d, f* nicht sehr typisch aufgebildete Zellen; *e* junge Zellen; *g* Teilungsstadium; *h* nicht festsitzende kugelige Zelle.

Eine einzige sichere Art.

Chlorokoryne Petrovae (Fig. 383–386).

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen bis 10 μ lang, bis 8 μ breit, Membranverdickung bis 6 μ messend. Gelegentlich größere Zellen.

In größeren Mengen aus den Teichufern der Teiche bei Hrnčiře und Šeberow bei Prag. Oft zusammen mit *Goniochloris*, *Chlorogibba*, *Ophiocytium*.

Vorkommen: Neben dieser ausführlicher bekannten Art sah ich noch, allerdings unvollständig, drei weitere voneinander abweichende Formen mit eigenartigen, fast flaschenhalsartigen, langen Membranfortsätzen.

Die eine ist meistens sehr gestreckt eiförmig und mit einem derben, langen, geschichteten und nicht selten abgebogenen oder gekrümmten Membranfortsatz versehen und besitzt eine

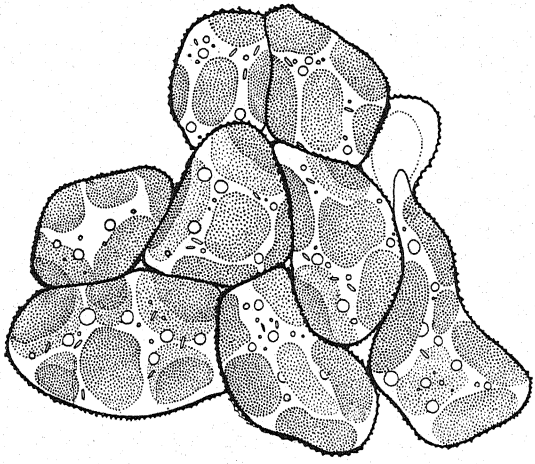


Fig. 386. *Chlorokoryne Petrovae:* eine aus mehreren Zellen bestehende Gruppe von Zellen von oben gesehen, die Zellen drängen sich dicht aneinander und platten sich gegenseitig ab.

auffallend rauhe Skulptur. Sie ist kleiner als *Chlorokoryne Petrovae*. Meist sind 2–3 Chromatophoren vorhanden, die wahrscheinlich auf einen gelappten und schließlich getrennten topfförmigen Chromatophoren zurückgehen (Fig. 387). Ich bezeichnete sie in meinen Notizen als ***Chlorokoryne Lagenaria.***

Eine zweite Form (Fig. 388) war immer ausgesprochen ei- bis breit spindelförmig. Die Membran war an beiden Enden der Zelle verdickt, wobei die eine Membranverdickung oft sehr lang stielförmig bis keilförmig vorgezogen war. Im Gegensatz zu den beiden anderen Arten war hier die längere Membranverdickung meistens sehr dünn. Chromatophoren meist mehrere bis 10 ***(Chlorokoryne regularis).***

Eine dritte Form (Fig. 389) schließlich war ausgesprochen schief, im optischen Schnitt manchmal fast rechteckig. Der lange Membranstiel war sehr zart, oft gekrümmt, der gegenüberliegende meist kurz und stumpf, und nicht selten war noch ein dritter Membranzapfen vorhanden. Chromatophoren meist nur 2–3 ***(Chlorokoryne irregularis).***

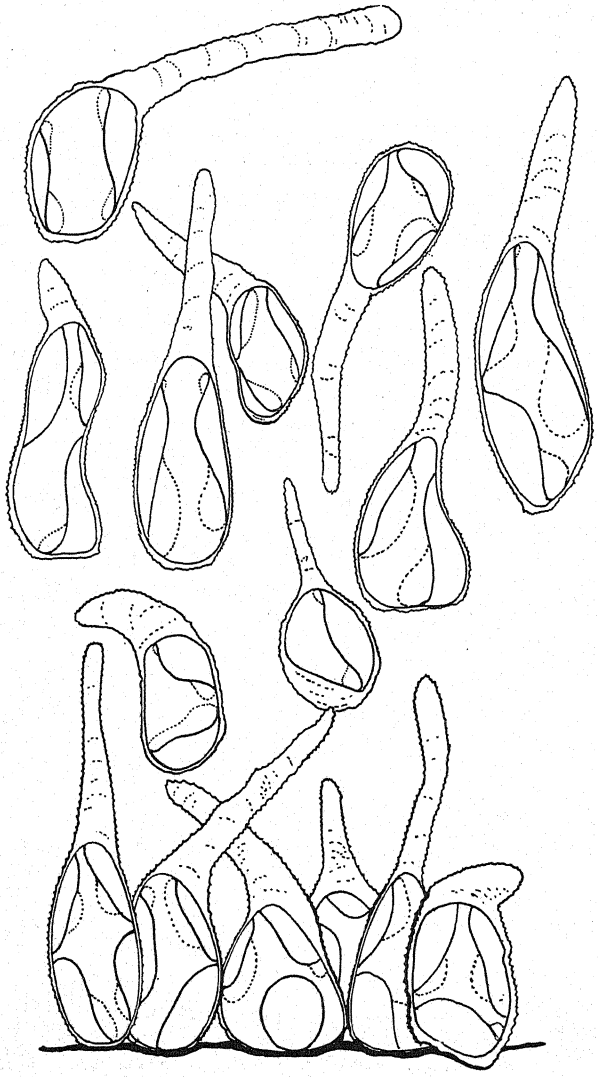


Fig. 387. *Chlorokoryne Lagenaria:* oben isolierte Zelle, unten: eine Gruppe am Substrat anhaftender Zellen.

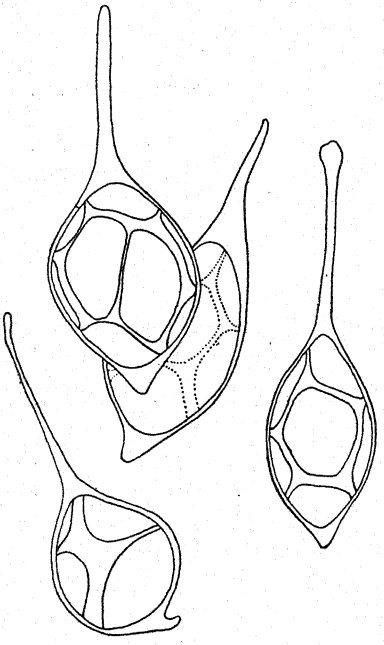


Fig. 388. *Chlorokoryne regularis.*

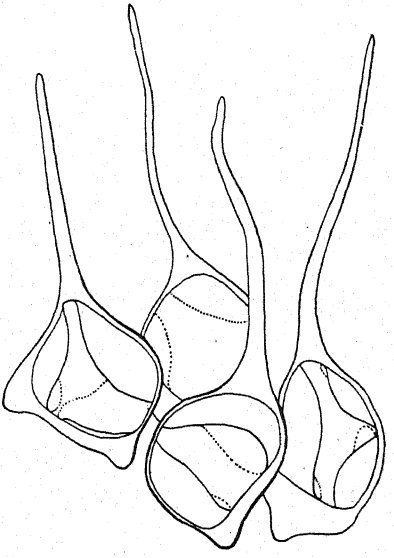


Fig. 389. *Chlorokoryne irregularis.*

Meringosphaereae.

Einzeln lebende, kugelige oder etwas abgeflacht kugelige Algen mit wahrscheinlich stets zweischaliger Membran (bei einer Art Zweischaligkeit sicher nachgewiesen), die wahrscheinlich skulpturiert ist und entweder gleichmäßig verteilte und radiär ausstrahlende oder äquatorial bzw. polar beschränkte, kurze bis sehr lange, gerade oder leicht bis stark wellige, allmählich nadelförmig verjüngte oder gleichmäßig dicke, glatte oder dornige Borsten bzw. Nadeln hat. Membran wohl immer verkieselt. Zellbau wie bei den anderen Heterococcalen. Vermehrung noch fast unbekannt, wahrscheinlich mehr durch Autosporen, vielleicht auch durch Schwärmer.

Ausgesprochen marine und planktontische Reihe, die eine extreme Weiterentwicklung *Akanthochloris*-artiger Heterococcalen darstellt (beide Gattungen vermittelt z. B. durch *Meringosphaera Wulffiana, M. brevispina*).

Unter den Chlorophyceen kennen wir Parallelformen wie *Richteriella, Micractinium, Golenkinia, Françeia.* Noch sehr wenig bekannte, sicher vielgestaltige Heterococcalenreihe, für die erst wenige Gattungen und Arten beschrieben sind.

Derzeit drei Gattungen beschrieben:

Borsten radiär und gleichmäßig über die Oberfläche verteilt, gerade oder wellig . . . . . **Meringosphaera 26.**

Borsten lokalisiert.

Borsten äquatorial ausstrahlend . . . . . **Radiosphaera 27.**

Borsten nur polar . . . . . **Skiadosphaera 28.**

26. Meringosphaera Lohmann (1902) emend. Pascher (1932) (Fig. 390–402).

(ἡ μήριγξ = das steife Haar, die Borste; ἡ σφαῖρα = die Kugel).

Lohmann, Wiss. Meeresunt. Kiel **7** (1902) 68 z. T. — Schiller, Arch. Prot. **36** (1916) 198 z. T.; ebenda **52** (1925) 77 z. T.. — Pascher, ebenda **77** (1932) 200 z. T. — Printz, Nat. Pflanzenf., II. Aufl. **3** (1927) 391. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 485.

Zellen kugelig oder fast kugelig, manchmal auch etwas unregelmäßig, mit fester, manchmal sogar dicker, an ausgewachsenen Zellen wohl immer verkieselter, oft spröder Membran, die glatt ist oder auch skulpturiert sein kann. Membran wohl bei allen Arten zweischalig. Zweischaligkeit bei einer Art sicher nachgewiesen. Haut außen manchmal mit einer Gallertschicht überdeckt. Zelle dichter oder spärlich besetzt mit sehr kurzen bis meist langen, gerade oder leicht gekrümmten bis wellig gebogenen Borsten, die, zart bis derb, entweder gegen das Ende nadelförmig verjüngt oder mehr gleichmäßig dick sein können. Diese Borsten, $^1/_4$–6mal länger als der Zelldurchmesser, sind gleichmäßig über die Oberfläche der Zelle verteilt, glatt oder in der Weise mit Zacken versehen, daß bei welligen Nadeln die Wellenscheitel mit kurzen, nach vorne gerichteten Dornen versehen sind.

Protoplast meist mit einem bis mehreren gelbgrünen bis grünen Chromatophoren, die bei einzelnen Arten möglicherweise ein Pyrenoid haben. Vermehrung bei mehreren Arten (wahrscheinlich bei allen) durch Bildung von Autosporen. Vielleicht auch Schwärmer. Sporen unbekannt.

Auf den Nadeln der Meringosphaeren lebt eine Reihe festsitzender, verschiedener, farbloser, nackter, doch auch mit Gehäusen versehener Flagellaten, vielleicht auch Bakterien. Auch eine sehr zarte, kleine, braune Monade (wahrscheinlich Chrysomonade) habe ich auf den Nadeln sitzen gesehen.

Diese von Hansen entdeckte, bereits 1887 abgebildete, aber nicht beschriebene Alge ist ausgesprochen marin. Morphologisch

steht sie unter den Heterococcalen nicht unvermittelt, da wir im Süßwasser eine ähnliche Heterococcale, *Akanthochloris*, haben, die ebenfalls allerdings nur kurze radiär abstehende Stacheln hat.

Meringosphaera ist wie fast alle marinen Organismen relativ wenig bekannt. Es wird sicher noch eine Reihe von Arten gefunden werden. Unklar ist die Bildung der langen Borsten, vor allem auch ihre Beziehung zur Skulptur der Wand. Ebenso die Frage nach dem Vorkommen von Pyrenoiden. Die Angabe von endogenen Sporen (PASCHER 1917) bezieht sich auf die von *Meringosphaera* abgetrennte Gattung *Schilleriella*.

Im Meere gibt es ferner Algen, die ebenfalls mit langen Borsten besetzte, kugelige Zellen haben. Ihre Chromatophoren sind aber gelb [*Aurosphaera* SCHILLER, Arch. Prot. **36** (1916) 303].

Unter den Grünalgen gibt es Gattungen, die in bezug auf ihre Gestalt und ihren Borstenbesatz *Meringosphaera* zum Verwechseln ähnlich sind. Soweit wir wissen, sind diese Protococcalen ausschließlich Süßwasserformen (*Micractinium*, *Golenkinia*, *Akanthosphaera* und *Franceia*).

Falls *Errerella* CONRAD eine Heterokonte sein sollte, so könnte diese Alge als eine koloniale Weiterentwicklung *Meringosphaera*-artiger Zellen aufgefaßt werden. *Errerella* verhielte sich zu *Meringosphaera* genau so wie das koloniale *Micractinium* zu *Golenkinia* usw.

Meringosphaera erscheint auch in dem hier gegebenen Umfange nicht einheitlich, so werden zum Beispiel die in mancher Hinsicht (Nadelform und Nadelbau) voneinander abweichenden Arten bei genauerer Kenntnis vielleicht auf mehrere Gattungen aufgeteilt werden müssen. Die meisten Arten sind nur sehr wenig bekannt und nur einmal gesehen worden.

Die Arten der Gattung *Meringosphaera* zerfallen auch in diesem eingeengten Sinne in zwei Gruppen:

Die erste Gruppe umfaßt: *M. Wulffiana*, *brevispina*, *tenerrima*, *setifera*. Es sind Arten mit geraden, nadelförmigen Borsten.

Die zweite Gruppe hat Zellen mit nicht nadelförmigen, doch wellig gebogenen Borsten: *M. Merzi*, *Henseni*, *mediterranea*, *aculeata*. Diese Gruppe ist vielleicht wieder nicht einheitlich, die Formen mit bestachelten Borsten nehmen vielleicht eine Sonderstellung ein (*M. aculeata*), falls nicht alle Arten mit welli-

gen Borsten diese Zähnung haben sollten. Sehr fraglich ist *M. serrata* (s. S. 549).

Nicht berücksichtigt wurde bis jetzt die Skulptur der Membran. Ich glaube, daß auch hier ähnliche Skulpturen vorkommen, wie z. B. bei *Arachnochloris*, *Endochloridion*, *Chlorogibba*, *Tetraedriella* usw. Vor allem wären die dickwandigen Formen daraufhin zu untersuchen.

Wir kennen, abgesehen von einer Form aus dem Indic, bis jetzt nur Formen aus dem Mittelmeerbecken, der Ostsee und der Nordsee. Anscheinend sind die Arten nicht allein auf wärmere Zonen beschränkt, wenn sie auch in den wärmeren Zonen reichlicher entwickelt sein dürften. Eine genaue Untersuchung ist nur an lebendem Material möglich.

Bis jetzt sind für *Meringosphaera* folgende Arten bekannt geworden:

I. Borsten gerade, fast immer nadelförmig verjüngt
Subgenus *Raphidosphaera*.
1. Borsten kürzer als der Zelldurchmesser.
A. Kürzer als der halbe Zelldurchmesser, oft nur ein Drittel davon **Meringosphaera Wulffiana *1*.**
B. Höchstens so lang wie der Zelldurchmesser, meist nur die Hälfte davon . . . . . **Meringosphaera brevispina *2*.**
2. Borsten länger als der Zelldurchmesser.
A. Zellen bis 6 μ, Borsten bis 18 μ . . **Meringosphaera tenerrima *3*.**
B. Zellen bis 10 μ, Borsten derb, bis 40 μ lang **Meringosphaera setifera *4*.**

II. Borsten leicht bis eng gewellt, nicht nadelförmig verjüngt
Subgenus *Meringosphaera* s. str.
1. Borsten nur ganz leicht gewellt, Wellung oft nur angedeutet.
A. Zellen 5–7 μ, mit wenigen derben Borsten **Meringosphaera Merzi *5*.**
B. Zellen bis 14 μ . . . . . **Meringosphaera Henseni *6*.**
2. Borsten stark gewellt.
A. Borsten zart, an den Wellenbergen (nach den Angaben) ohne Dornen . . . . . **Meringosphaera mediterranea *7*.**
B. Borsten derber mit nach vorne gerichteten Dornen **Meringosphaera aculeata *8*.**

Subgenus *Raphidosphaera* Pascher.

Syn.: subgenus *Eumeringosphaera* (*Meringosphaera* s. str.) sect. *Raphidosphaera* Pascher, Arch. Prot. 77 (1932) 202.

Diese Untergattung umfaßt alle Formen mit gleichmäßig über die Oberfläche verteilten, geraden Borsten, die gegen das

Ende allmählich nadelförmig verjüngt und spitz sind. Borsten glatt, ohne Dornen.

Die Untergattung wird bei eingehendem Studium der meringosphaeriden Heterococcalen des Meeres sicher als eigene Gattung behandelt werden müssen. Beziehungen zur Artenreihe mit gewellten Borsten, die nicht nadelförmig verjüngt sind, kaum wahrscheinlich.

Bestimmungsschlüssel s. S. 538 ab I.

1. Meringosphaera Wulffiana (Fig. 390, 391).

Syn.: *Raphidosphaera Wulffiana* PASCHER in litt.

Zellen schön kugelig mit zarter Wand, die vielleicht nur wegen der Kleinheit der Zelle keine Skulptur erkennen läßt. Chromatophor meist einer, sehr blaß grün, fast farblos, ziemlich klein, wandständig und schüsselförmig. Gelegentlich (vielleicht Stadien knapp vor der Teilung) zwei, dann manchmal sehr ungleiche Chromatophoren. Membran mit sehr

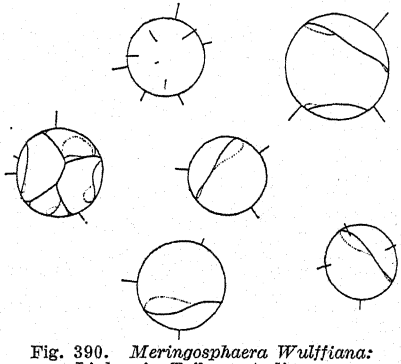


Fig. 390. *Meringosphaera Wulffiana:* Links ein Teilungsstadium.

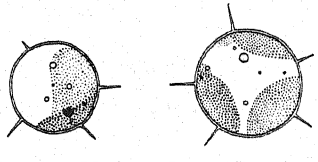


Fig. 391. *Meringosphaera Wulffiana:* zwei Zellen mit wechselnder Anzahl der Chromatophoren, rechts vielleicht beginnendes Teilungsstadium.

wenigen, radiären, spitz auslaufenden, oft recht derben Nadeln, die immer kürzer sind als der Radius der Zelle und manchmal nur ein Drittel desselben messen. Vermehrung durch Bildung von vier Autosporen.

Zellen höchstens 4 μ im Durchmesser.

Vorkommen: An der dalmatinischen Küste einmal in zahlreichen Zellen beobachtet, die gegen die bei der Beobachtung zunehmenden Salzkonzentrationen ungemein empfindlich waren und abstarben. Wegen der Kleinheit und auffallenden Blässe der Chromatophoren sehr leicht übersehbare Form. Durch die Kürze der Borsten vermittelt diese Art sehr schön den Übergang zwischen der Gattung *Akanthochloris* und *Meringosphaera*.

2. Meringosphaera brevispina PASCHER (1932) (Fig. 392).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 202.

Syn.: *Raphidosphaera brevispinosa* PASCHER in not.

Abb.: PASCHER, a. a. O. **77** (1932) Fig. 3 a.

Zellen kugelig, manchmal ein wenig unregelmäßig (ob natürlich?), mit ziemlich derber Membran, die wahrscheinlich zarte Skulpturen hat. Borsten ziemlich viele, gerade, relativ derb,

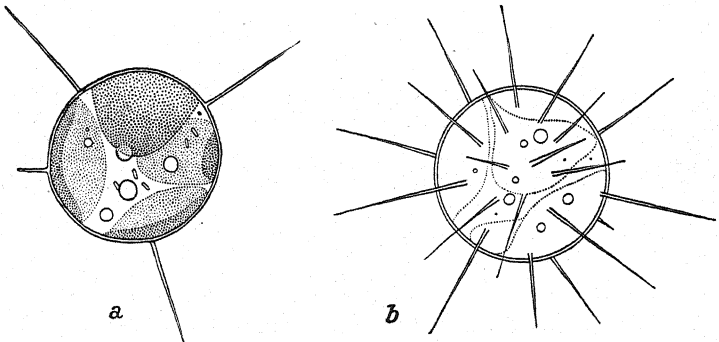


Fig. 392. *Meringosphaera brevispina: a* Inhalt der Zelle eingezeichnet; *b* Zelle von außen.

an der Basis nur wenig, dann aber rascher nach vorne spitz verschmälert, ungefähr so lang wie der Durchmesser der Zelle. Chromatophoren meist nur zwei, doch auch 3–4. Vermehrung und Sporen nicht gesehen.

Zellen 6–8 μ im Durchmesser, Borsten 3–8 μ lang.

Vorkommen: Diese kleine Form sah ich einmal in einer Probe aus dem Südindik, die ohne nähere Standortsangabe war (CZAPEK).

3. Meringosphaera tenerrima SCHILLER (1926) (Fig. 393).

SCHILLER, Arch. Prot. **53** (1925) 77. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932).

Syn.: *Raphidosphaera tenerrima* PASCHER in not.

Abb.: SCHILLER, a. a. O. (1925), Taf. 3, Fig. 2. — PASCHER, a. a. O. **77** (1932) 203, Fig. 3 (Kopie).

Zellen kugelig, mit dünner, verkieselter, glatter Membran. Borsten sehr zart, anscheinend nadelförmig verjüngt,

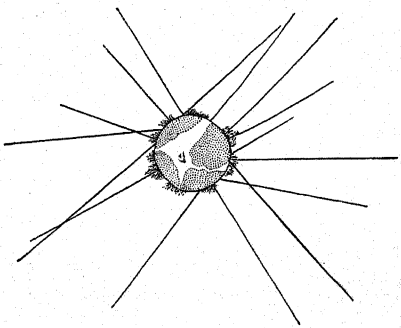


Fig. 393. *Meringosphaera tenerrima.* (Nach SCHILLER.)

gerade, bis dreimal so lang als der Zelldurchmesser. Chromatophoren gelbgrün, zu vieren. Bildung von Autosporen zu zwei oder vier.

Zellen Durchmesser 4–6 μ, Borsten bis 18 μ messend.

Vorkommen: Adria, besonders im nördlichen Teile in einer Tiefe von 25–75 m zerstreut, im Plankton zurücktretend bis mitbestimmend, scharenweise (SCHILLER).

An den Zellen klebt Schleim in Form von Klumpen. SCHILLER spricht ihn als Absonderung der Zelle an.

4. Meringosphaera setifera SCHILLER (1925) (Fig. 394).

SCHILLER, Arch. Prot. **53** (1925) 79. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 203.

Syn.: *Raphidosphaera setifera* PASCHER in not.

Abb.: SCHILLER, a. a. O. (1926) 78, Abb. M. — PASCHER, a. a. O. **77** (1932) 203, Fig. 5 (Kopie).

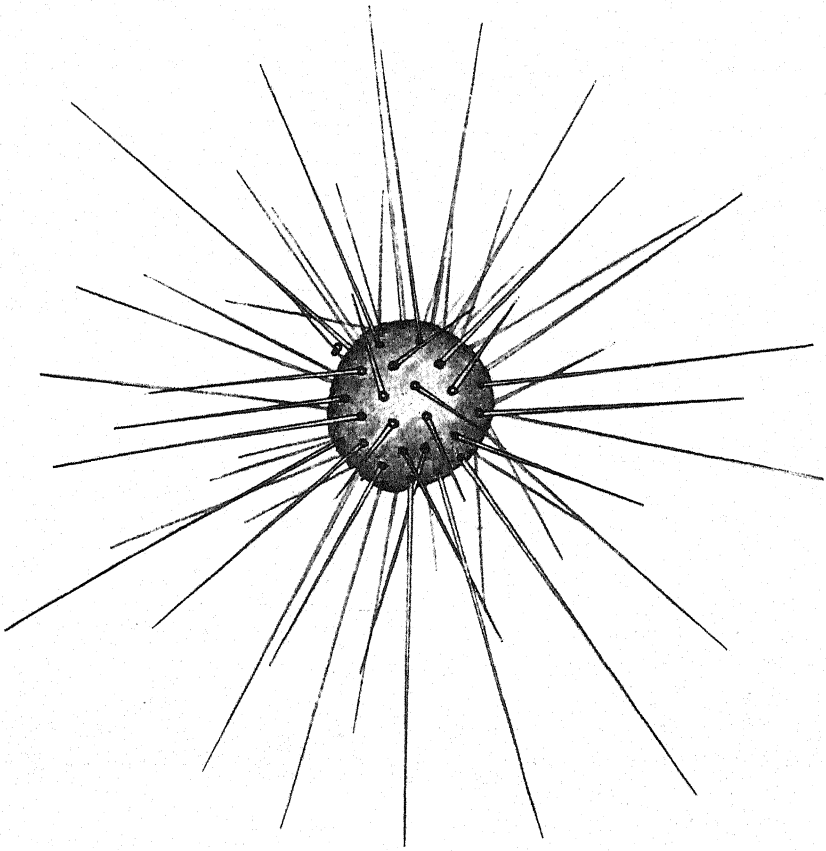


Fig. 394. *Meringosphaera setifera.* (Nach SCHILLER.)

Zellen kugelig, mit derber, verkieselter, glatter Membran. Borsten sehr viele, nadelförmig, sehr lang und gegen das Ende spitz verjüngt. Chromatophoren 3–4, gelbgrün. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen 8–10 μ dick, Nadeln bis 40 μ lang.

Vorkommen: Adria: Sommer und Herbst, von 0–10 m Tiefe. Spärlich bis untergeordnet, gruppenweise (SCHILLER).

Subgenus *Meringosphaera* i. e. S.

Syn.: Subgenus *Eumeringosphaera* (*Meringosphaera* s. str.) sect. *Kymatosphaera* PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 204.

Diese Untergattung umfaßt die Formen mit nicht nadelförmig verjüngten, also mehr stabförmigen Borsten, die dabei nicht gerade, sondern angedeutet wellig bis engwellig sind. Alle hierher gehörigen Arten (besonders die engwelligen Formen) sind daraufhin zu untersuchen, ob die Borsten glatt oder an den Wellenbergen mit nach vorwärts gerichteten Stacheln versehen sind. Die hierher gehörigen Arten zerfallen derzeit in mehrere Gruppen: die einen Arten mit derben, nur wenig, meist nur angedeutet gekrümmten Borsten, die andere Gruppe hat meistens reich- und engwellige Borsten. Bei einer dieser Arten (*M. aculeata*) sind die Borsten mit Dornen besetzt.

Bestimmungsschlüssel siehe auf S. 538 ab II.

5. Meringosphaera Merzi SCHILLER (1925) (Fig. 395).

SCHILLER, Arch. Prot. **53** (1925) 79. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 204.

Abb.: SCHILLER, a. a. O. **53** (1925) 79, Fig. N. — PASCHER, a. a. O. **77** (1932) 204, Fig. 6 (Kopie).

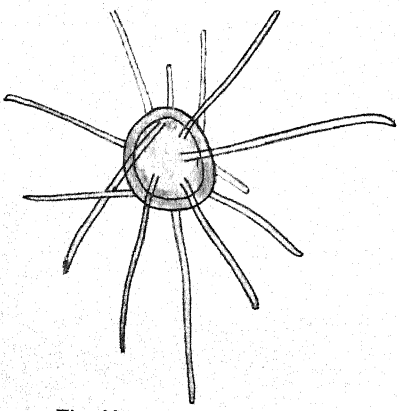


Fig. 395. *Meringosphaera Merzi*. (Nach SCHILLER.)

Zellen unregelmäßig kugelig bis eiförmig. Membran sehr dick, mit relativ wenigen derben, schwach und unregelmäßig gebogenen Borsten besetzt, die nicht nadelförmig verjüngt, sondern fast bis ans Ende gleich dick verlaufen und erst dort kurz verschmälert sind. Chromatophoren 2–4, gelbgrün. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen 5–7 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Adria: Frühjahr bis Herbst, in einer Tiefe von 0–20 m. Zerstreut, untergeordnet, einzeln bis gruppenweise (SCHILLER).

6. Meringosphaera Henseni SCHILLER (1916) (Fig. 396).

SCHILLER, Arch. Prot. **36** (1916) 204; **53** (1925) 79. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 204.

Abb.: SCHILLER, a. a. O. **36** (1916), Abb. 7, 8; a. a. O. **53** (1925), O, a, b. — PASCHER, a. a. O. **77** (1932) 205, Fig. 7 (Kopie).

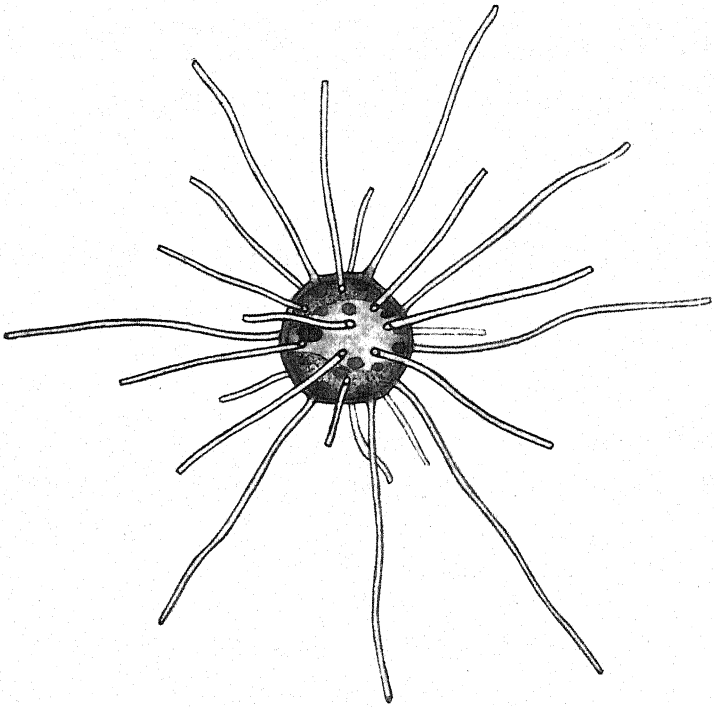


Fig. 396. *Meringosphaera Henseni.* (Nach SCHILLER.)

Zellen kugelig. Membran dick, seltener nur zart. Borsten ziemlich zahlreich, bis fast viermal so lang als der Zelldurchmesser, unregelmäßig wellig geschwungen, gegen das Ende nicht verschmälert und stumpf endend. Zahlreiche kleine, grüne, unregelmäßig plättchenförmige Chromatophoren. Autosporenbildung zu zwei oder vier.

Zellen 12–14 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Adria: Herbst, in einer Tiefe von 0–20 m. Vereinzelt und untergeordnet (SCHILLER).

7. Meringosphaera mediterranea LOHMANN (1902) (Fig. 397–400).

LOHMANN, Wiss. Meeresunt. Kiel **7** (1902) 69. — SCHILLER, Arch. Prot. **36** (1916) 202; **53** (1925) 80. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 204.

Abb.: HENSEN, Wiss. Unters. Deutscher Meere Berlin (1887), Taf. 5, Fig. 55 (Kopie bei LOHMANN (1902), Taf. 1, Fig. 19). — LOHMANN, a. a. O. (1902), Taf. I, Fig. 20. — SCHILLER, a. a. O. (1916) S. 202/203, Fig. 5, 6 (z. T. Kopien); a. a. O. (1926) S. 81, Fig. P, Taf. 3, Fig. 3 (z. T. Kopien). — PASCHER, a. a. O. (1932) S. 205/206, Fig. 8–11 (Kopien).

Syn.(?): *Meringosphaera baltica* LOHMANN, a. a. O. (1902) S. 60.

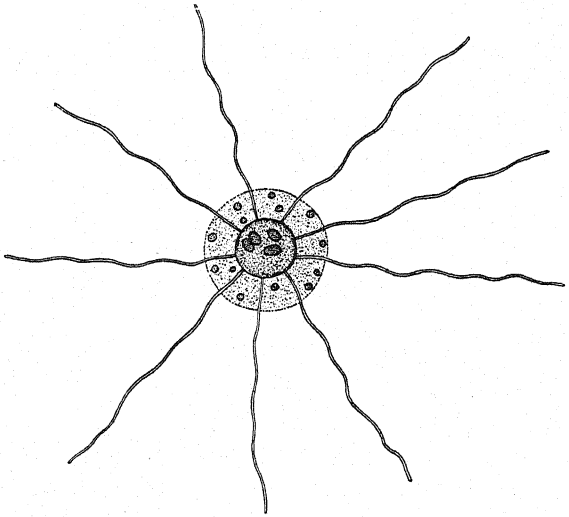


Fig. 397. *Meringosphaera mediterranea:* Form mit Schleimhülle. (Nach LOHMANN.)

Zellen kugelig mit nicht derber, verkieselter, außen glatter (?) Haut, die eine schwankende Zahl mehrfach wellig gebogener zarter Borsten aufsitzen hat, die bis viermal so lang werden als der Zelldurchmesser. Basis der Borsten etwas kalottenartig, oft aber nur unmerklich verdickt. Chromatophoren mehrere, 3–6, wandständig. In den Chromatophoren mehr zentral eine deutlich abgegrenzte Stelle, die vielleicht ein Pyrenoid darstellt, wie es bereits wiederholt bei Heterokonten festgestellt wurde. Öl- und Fetttröpfchen. Der exzentrisch gelegene Kern oft schon im Leben sichtbar. Vermehrung und Sporen bis jetzt nicht gesehen.

Zellen 5–9 μ groß (ohne Borsten), Borsten bis sechsmal länger als der Durchmesser der Zelle.

Vorkommen: Im Mittelmeergebiet mehrfach (LOHMANN); Ostsee (HENSEN, LOHMANN); Adria (SCHILLER): In der nörd-

lichen Adria bis zu einer Linie Lussin–Ravenna; von der Oberfläche bis ca. 20 m Tiefe spärlich, aber allgemein verbreitet. Weiter südlich auf das Küstenwasser beschränkt, dabei mehr auf italienischer als auf dalmatinischer Seite. Lebt auch im Brackwasser und verträgt auch stärker ausgesüßtes Wasser. Ost- und Nordsee.

Diese Art erscheint gar nicht einheitlich. Die von SCHILLER untersuchten Formen weichen von den Formen der Ostsee ab und haben auch, wie schon SCHILLER bemerkt, viel reicher gewellte Borsten. Die Zahl der Borsten und die Größe der Zellen schwankt. Vorläufig ver-

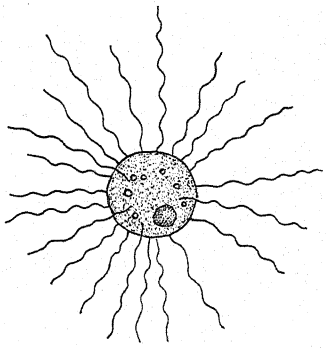


Fig. 398. *Meringosphaera mediterranea* (?): die von HENSEN abgebildete, farblose Form. (Nach HENSEN.)

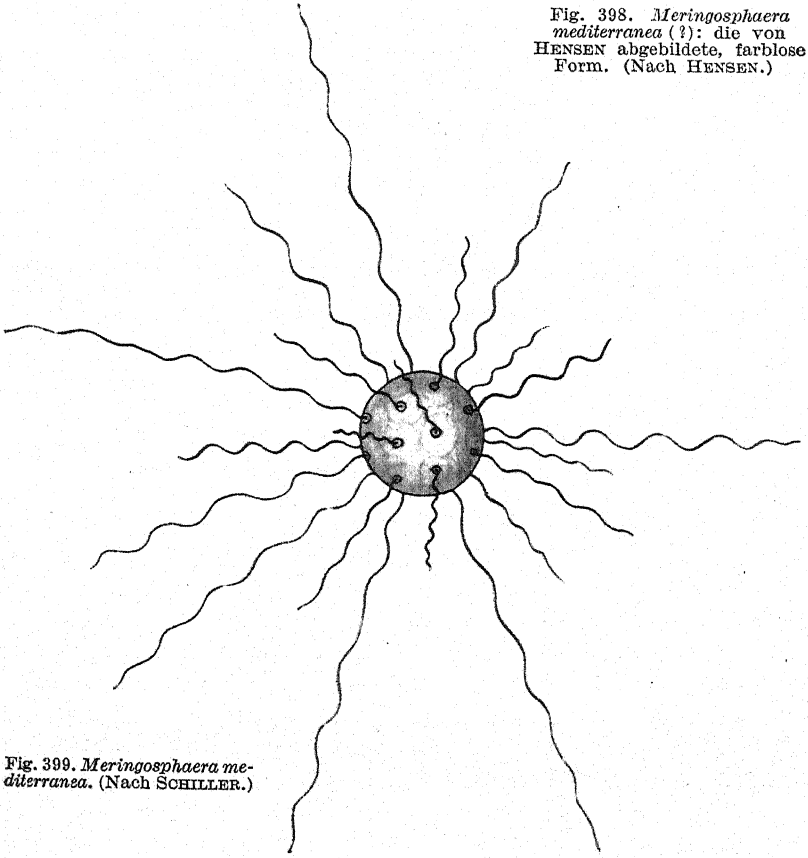


Fig. 399. *Meringosphaera mediterranea.* (Nach SCHILLER.)

einigte auch LOHMANN seine *M. baltica* mit der südlichen Form zu *M. mediterranea*. Ich konnte einmal auch allerdings in sehr wenigen Zellen mehr längliche Formen finden, die bis 14 μ maßen, also relativ groß waren. Auch bei diesen größeren Formen erscheint mir die Zugehörigkeit zu *M. mediterranea* zweifelhaft. Unklar ist ferner die Einfügung der Borsten und das in jedem Chromatophoren befindliche pyrenoidartige Gebilde. Die Ostseeform mit ihren weiterwelligen Borsten kann vorläufig doch als eigene (größere?) Form gelten: var. *baltica*.

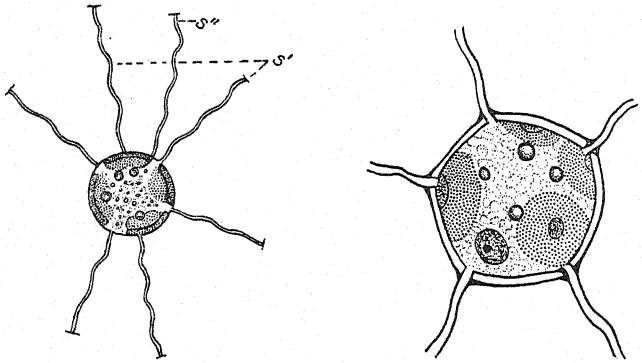


Fig. 400. *Meringosphaera mediterranea:* links Zelle mit Inhalt, die Schwebeborsten abgeschnitten. Rechts die eigentliche Zelle stark vergrößert, in jedem Chromatophoren ein Pyrenoid abgebildet, vielleicht aber nur eine Verdickung des Chromatophoren. (Nach SCHILLER.)

8. Meringosphaera aculeata PASCHER (1932) (Fig. 401).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 207.

Abb.: PASCHER, a. a. O. **77** (1932), Fig. 12. — WULFF, Komm. intern. Meeresforsch. Kiel, biol. Abt. **28** (1916–1920) Taf. II, Fig. 14.

Syn.: *Meringosphaera mediterranea* im Sinne WULFFS, a. a. O. (1916–1920) S. 103.

Zellen kugelig mit derber Membran. Die zahlreichen Borsten wellig gebogen, jedoch nicht glatt. Sie erscheinen dadurch, daß sich jeder Wellenscheitel in einen kleinen, nach vorwärts gerichteten Dorn fortsetzt, förmlich aus mehreren aufeinanderfolgenden Stücken sympodial zusammengesetzt. Borsten $2^1/_2$–2mal länger als der Durchmesser der Zelle. Chromatophoren vier, scheibchenförmig. Vermehrung nicht gesehen. Zellen nach der Zeichnung von WULFF 6–7 μ, Borsten ca. 18 μ messend.

Vorkommen: Bislang nur in Fängen an der Norwegischen Küste (WULFF).

An dieser Art konnte WULFF feststellen, daß die Membran von *Meringosphaera* aus zwei halbkugeligen Schalen besteht, deren jede an der Außenseite mit ca. neun Borsten besetzt war.

WULFF sah ferner auch farblose Zellen.

Möglicherweise gehört in die Nähe von *M. aculeata* auch die von LOHMANN beschriebene *M. serrata* (siehe S. 403), die mir in ihrer Zugehörigkeit zu *Meringosphaera* nicht gesichert erscheint.

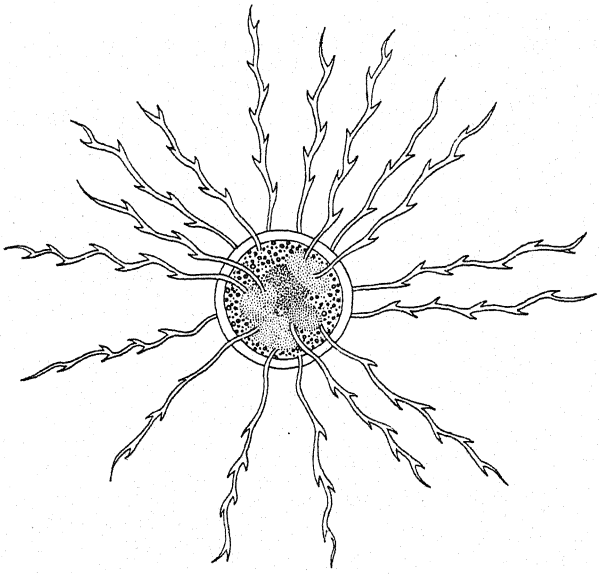


Fig. 401. *Meringosphaera aculeata* (nach WULFF). Membran etwas zu dick gezeichnet.

Wahrscheinlich gibt es noch mehrere Arten, deren Nadeln wie bei *Meringosphaera aculeata* gebaut sind. In meinen Skizzen aus dem Jahre 1909 finde ich eigenartige *Meringosphaera*-artige, doch sehr kleine Zellen mit weniger Borsten wie bei *M. aculeata* (s. Anhang zu Heterococc.). Die Borsten zeigten eine eigenartige Fiederung. Die fiederartigen Abzweigungen waren aber sehr kurz, nach vorne gerichtet und standen abwechselnd (vielleicht nur im mikroskopischen Bilde). Wahrscheinlich sind sie allseitig um die Borsten verteilt gewesen. Die Borsten erinnern in ihrer Form lebhaft an die Pappus-Strahlen mancher Kompositen. Leider war der Zellinhalt ganz zerstört, so daß die Zuordnung zur Gattung *Meringosphaera* nicht völlig gesichert, wenn auch die Form und Beschaffenheit der Zellhaut und ihrer Anhänge sehr

wahrscheinlich ist. Die Zellen maßen nur 5–7 μ und hatten eine sehr spröde, derbe Membran. Ebenso spröde waren die Borsten.

Unsichere Arten sind
Meringosphaera radians und *M. serrata*.

Meringosphaera radians LOHMANN (1908) (Fig. 402).

LOHMANN, Wiss. Meeresuntersuch. Kiel, N. F. **10** (1908) 256.
Abb.: LOHMANN, a. a. O. **10** (1908), Taf. 16, Fig. 36.

Wird vom Autor selber nur mit allem Vorbehalt zu *Meringosphaera* gestellt. Es handelt sich hier überhaupt um keinen behäuteten, sondern nackten Organismus, derzeit noch unbekannter Verwandtschaft. Unter dem Deckglas zerfließen die Zellen. Die Nadeln sind, wie WULFF (1916–1920) angibt, nicht unbeweglich, sondern beweglich eingefügt und legen sich entsprechend der Lage der Zelle einseitig um. Auch die Chromatophoren weichen in ihrer Form von den zarten Plättchenchromatophoren der Meringosphaeren ab: sie sind sehr dick und springen nach innen in der Form eines Buckels vor. Merkwürdig ist der Umstand, daß Nadeln und Chromatophoren in ihrer Stellung abwechseln sollen und die Nadeln gewissermaßen zwischen den Chromatophoren eingefügt erscheinen.

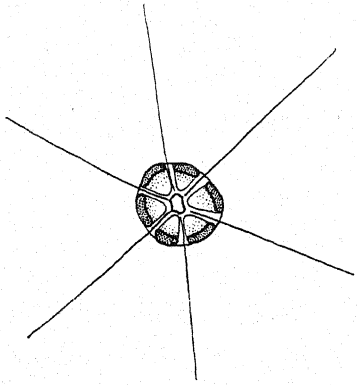


Fig. 402. *Meringosphaera? radians:* möglicherweise eine Flagellate. (Nach LOHMANN.)

SCHILLER und WULFF sprechen sich gemeinsam gegen eine Einordnung dieser Alge in die Gattung *Meringosphaera* sicher mit Recht aus. Möglicherweise handelt es sich um eine Flagellate, die *Mallomonas*-artig gebaut ist, oder um einen farblosen Organismus mit endosymbiontischen Algen, die als Chromatophoren angesprochen wurden.

Meringosphaera serrata LOHMANN (1908) (Fig. 403).

LOHMANN, Wiss. Meeresunters. Kiel, Neue Folge **10** (1908) 257.
Abb.: LOHMANN, a. a. O. **10** (1908), Taf. 17, Fig. 35.

Annähernd kugelig, bis 9 μ messend mit mehreren plattenförmigen, grünen Chromatophoren und derber, dicker, schalenartiger Membran, der zahlreiche, allseitig radiär ausstrahlende steife Borsten entspringen, die annähernd gerade bis unregelmäßig gekrümmt sein können, eigenartig gezähnt und förmlich gegliedert erscheinen.

Diese Form erscheint mir in ihrer Zugehörigkeit zu *Meringosphaera* völlig unsicher. Vielleicht ist sie eine Coccolithophoracee. Ich habe diese Form nicht gesehen. Es ist auch möglich, daß sie in den Formenkreis der *Meringosphaera aculeata* gehört. — Von LOHMANN nur in einem einzigen Exemplar beobachtet.

LOHMANN erwähnt (1908, S. 257) noch eine andere *Meringosphaera*-Art, 6 μ groß, tiefgrün gefärbt, mit vier kurzen, spitz auslaufenden, geraden Borsten ausgerüstet. Nur in einem Exemplar beobachtet.

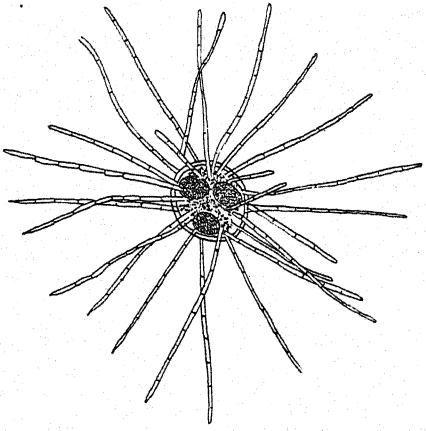


Fig. 403. *Meringosphaera serrata:* wahrscheinlich nicht zu *Meringosphaera* gehörig, sondern eine Coccolithophoracee. (Nach LOHMANN.)

Der von LOHMANN als *Meringosphaera hydroidea* beschriebene Organismus erwies sich durch die Untersuchungen GRANS als die Coccolithophoracee *Ophiaster formosus*.

27. Radiosphaera PASCHER (Fig. 404).

(ὁ ῥάδιος = der Strahl, ἡ σφαῖρα = die Kugel).

PASCHER, Arch. Prot. 77 (1932) 208, nomen.

Syn.: *Meringosphaera* subgenus *Radiosphaera* PASCHER, Arch. Prot. 77 (1932) 208.

Zellen mehr ellipsoidisch, mit glatter, fester und spröder Membran, die wahrscheinlich skulpturiert ist. Borsten nicht gleichmäßig verteilt, sondern streng äquatorial lokalisiert und dabei radiär ausstrahlend, so daß die Borsten annähernd in eine Ebene zu liegen kommen. Borsten lang und stabförmig, ihr natürliches Ende nicht gesehen, da alle Borsten beschädigt waren, Borsten aber allem Anschein nach nicht gleichmäßig

verjüngt und vielleicht nicht nadelförmig. Chromatophoren mehrere, wandständig. Vermehrung nicht gesehen.

Diese Gattung stellt ebenso wie *Skiadosphaera* eine Sonderentwicklung von *Meringosphaera* vor, bei der jedoch die Lokalisation der Borsten eine andere geworden ist. Unter den protococcalen Grünalgen ist eine Konvergenzbildung derzeit nicht bekannt.

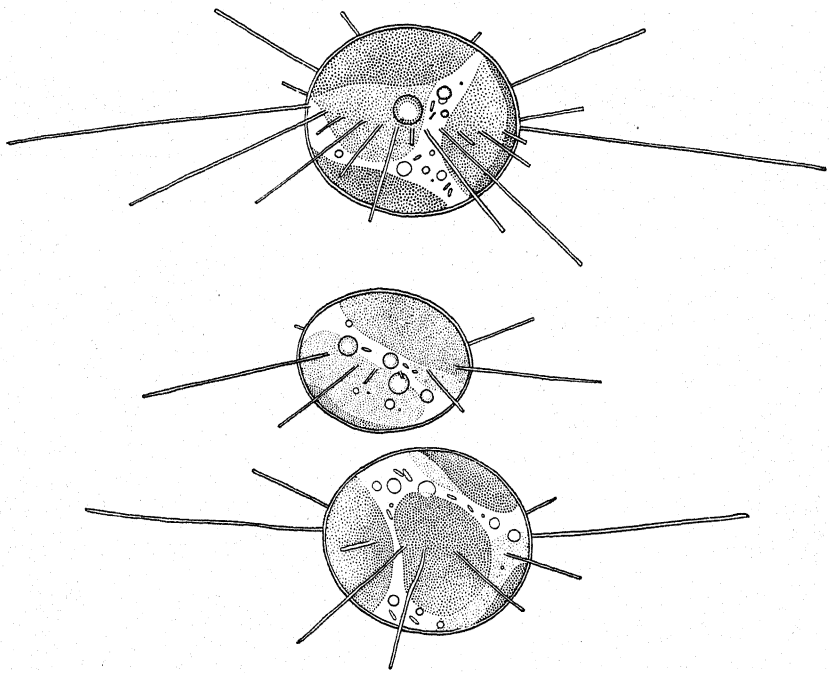


Fig. 404. *Radiosphaera sol:* drei Zellen, die äquatorial eingefügten und radiär ausstrahlenden Borsten zum größten Teil zerbrochen.

Eine einzige, unvollständig bekannte Art

Radiosphaera sol Pascher (1932) (Fig. 400).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 208.

Syn.: *Meringosphaera sol* Pascher, a. a. O. **77** (1932) 208.

Abb.: Pascher, a. a. O. **77** (1932), Fig. 14, S. 208.

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen maximal 11 μ lang und ungefähr 7 μ hoch. Borsten etwa das Doppelte des Zelldurchmessers messend.

Vorkommen: Nur ein einziges Mal beobachtet in dem küstennahen Gebiet bei Ragusa. Kein Exemplar aber hatte unver-

sehrte Borsten, fast alle beobachteten Zellen waren vielleicht infolge der Aussüßung durch die einfließende Ombla abgestorben.

28. Skiadosphaera Pascher (1932) (Fig. 405).

(ἡ σκιάς = das Schattendach, der Sonnenschirm, ἡ σφαῖρα = die Kugel.)

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 208 (als Synonymon).

Syn.: *Meringosphaera* Lohmann, Wiss. Meeresunters. Kiel N. F. **7** (1902) 68, 69, z. T. — Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) S. 200, z. T. 207 — *Meringosphaera* subgenus *Skiadosphaera* Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 207.

Zellen kugelig oder fast kugelig, vielleicht immer am oberen Pole etwas abgeplattet, mit zarter, vielleicht skulpturierter

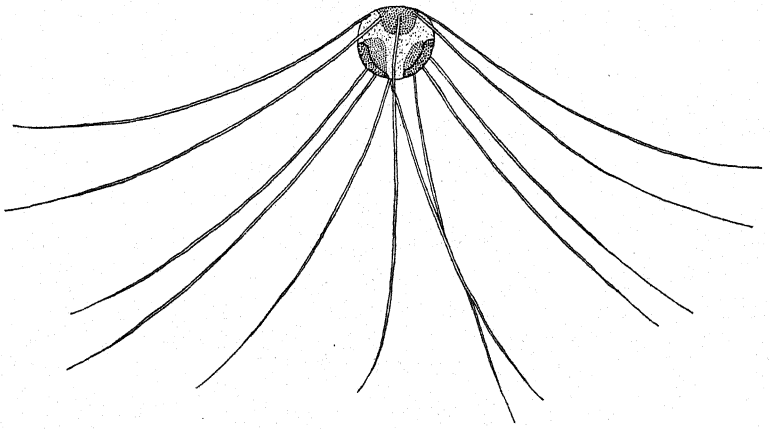


Fig. 405. *Skiadosphaera divergens.* (Nach Lohmann.)

Membran, 12 Borsten, deren 6 gegen den oberen Pol zu eingefügt, vielmals länger als die Zelle, nadelförmig, gegen den unteren Pol zu abgebogen und wie die Spangen eines Schirmes weit voneinander spreizend; „die anderen sechs in gleicher Form entspringen in der Region über dem anderen Pol". Die einzelnen Nadeln leicht gekrümmt, lang und verschmälert spitz endend. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig, wandständig.

Diese von Lohmann angegebene Anordnung der Borsten scheint mir ganz unwahrscheinlich zu sein. Schon die von Lohmann gegebene Figur läßt diese Anordnung nicht erkennen. Im Gegenteil, es macht mir den Eindruck, als ob die Einfügung der sechs anderen, dicht vor dem unteren Pole ausstrahlenden Nadeln nur optisch vorgetäuscht würde dadurch,

daß der Zellkörper die in bezug auf die optische Ebene mehr nach hinten gelegenen Borsten überschneidet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß alle Borsten von dem einen mehr abgeplatteten oberen Pole entspringen. Leider ist dieser Organismus meines Wissens nach nicht mehr gefunden worden.

Diese Gattung weicht von *Meringosphaera* und *Radiosphaera* durch die polare Lokalisierung der Borsten ab. Die Gattung hat unter den Chlorophyceen keine konvergente Ausbildung, wenn wir von *Golenkinia* (Protococcale) absehen, welche die Borsten in gleicher Weise polar, allerdings an beiden Enden der hier ellipsoidischen Zelle entwickelt hat. Während aber bei *Skiadosphaera* wahrscheinlich die einseitig polar stehenden Borsten in der Richtung der Längsachse gegen den anderen Pol hin divergieren, divergiert bei *Golenkinia* jedes der beiden polaren Nadelbüschel nach außen.

Über die Vermehrung von *Skiadosphaera* ist nichts bekannt. Wahrscheinlich Autosporenbildung.

Derzeit eine einzige Art bekannt

Skiadosphaera divergens Pascher (1932) (Fig. 405).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 207 (nomen).

Syn.: *Meringosphaera divergens* Lohmann, a. a. O. **7** (1902) 68, 69. — Schiller, Arch. Prot. **36** (1916) 200. — Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 207.

Abb.: Lohmann, a. a. O. **7** (1902), Taf. I, Fig. 20. — Schiller, Arch. Prot. **36** (1916) S. 200, Fig. 3 (Kopie). — Pascher, a. a. O. **77** (1932) S. 208, Fig. 13 (Kopie).

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 7 μ messend, Borsten bis sechsmal so lang als die Zelle.

Vorkommen: Mittelmeer, Messina, Januar bis März (Lohmann). Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch noch andere Arten gefunden werden.

Polyedrielleae.

Einzeln lebend (nur ausnahmsweise zwei- oder vierzellige Verbände bildend), mit Zellen, die dadurch charakterisiert sind, daß die Membran radiäre kegelförmige, halbkugelige bis kalottenförmige oder wulstförmige, hohle Vorwölbungen bildet, die zu allermeist regelmäßig über die Zelle verteilt sind. Diese Vorwölbungen können durch Zellkanten verbunden werden, so daß die Vorwölbungen flachpyramidenartige Form annehmen,

während die Zelle selber dadurch mehr oder weniger polyedrisch wird. Im Prinzip sind die Zellen kugelig, die primäre Kugelfläche der Zellen wird aber nicht selten durch die Ausbuckelungen völlig überdeckt. Eine Gattung besitzt mehr halbkugelige bis napfförmige Zellen. Diese Zellform wird aber dadurch vermittelt, daß auch bei den kugeligen Gattungen dieser Gruppe gelegentlich halbkugelige Ausbildungen als Hemmungserscheinungen auftreten. Vermehrung durch Autosporen und Schwärmer.

Die Membran zeigt oft die charakteristische Skulptur; bei manchen Gattungen ist aber nur eine sehr regelmäßige Punktung der Zellhaut festzustellen.

Abnormerweise, besonders wenn die Teilung der Zellen mehr gefördert erscheint als das Wachstum oder auch bei Austrocknung, können völlig glattwandige Zellen ohne jede Ausbuckelung auftreten. Das deutet auf eine nähere Verwandtschaft der Gruppe mit den Pleurochlorideen bzw. mit den Trachychlorideen hin. Im allgemeinen ist die Gruppe wenig bekannt.

Drei Gattungen:

I. Zellen im Prinzip kugelig bis polyedrisch
   1. Die Zellen mit regelmäßig verteilten kegelförmigen, halbkugeligen bis wulstförmigen Membranausbuckelungen [1]), die entweder nur zu wenigen oder bis sehr vielen vorhanden sind [2]),[3]) . . **Vischeria 29.**
   2. Die wenigen Ausbuckelungen stumpfkantig miteinander verbunden, Zellen fast polyedrisch [2])[3]) . . . . . **Polyedriella 30.**

II. Zellen halbkugelig bis fast halbkugelig oder auch napfförmig, mit unregelmäßig bis sehr regelmäßig verteilten Buckeln, 12-, 8-, oder 5strahlig gebaut . . . . . **Chlorogibba 31.**

29. Vischeria (Fig. 406–420).

(Nach W. Vischer, Professor an der Universität in Basel, der sich um die Kenntnis der Heterokonten große Verdienste erworben hat.)

Syn.: *Chlorobotrys* im Sinne Chodats bei Poulton, Thèse 777, Univ. Genève, Fac. Sci. Lab. Bot. Ser. X, Fasc. XI (1925) 7; New Phyt. **25** (1926) 310–312.

---

[1]) Diese Vorwölbungen der Zellen werden nicht durch die Membranskulptur, sondern durch Ausbauchungen der Membran hervorgerufen, sie sind also nicht massiv, sondern hohl und mit Plasma erfüllt.

[2]) Vgl. die Figuren!

[3]) *Vischeria* und *Polyedriella* kommen sich in einzelnen Arten sehr nahe (*Polyedriella helvetica*). Beide Gattungen sind sicherlich sehr nahe miteinander verwandt.

Zellen einzeln lebend, nur sehr selten (wenn durch die gedehnte Mutterzellhaut die Tochterzellen lange zusammengehalten werden) in zwei- bis vierzelligen Verbänden, im Prinzip

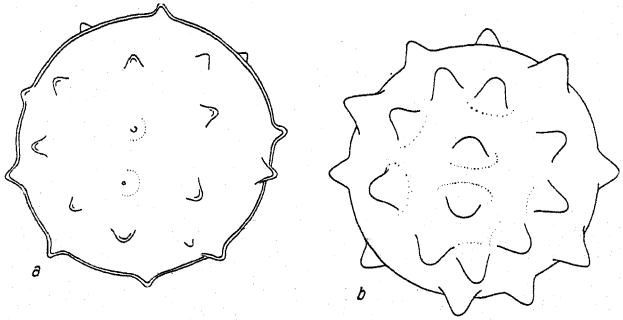


Fig. 406. *Vischeria stellata:* zwei erwachsene Zellen mit verschieden großen Ausbeulungen, die primäre Kugelfläche noch deutlich.

kugelig. Membran ziemlich derb, doch nirgends (mit Ausnahme der Buckelscheitel) auffallend verdickt, aber bei typisch ausgebildeten Zellen in regelmäßiger Weise ausgebeult, so daß die Zelle im optischen Schnitt eine hoch-, flach- bis kerbwellige

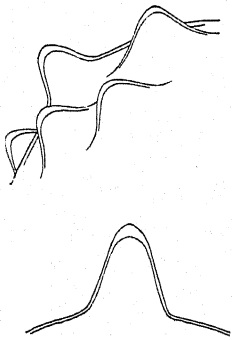


Fig. 407. *Vischeria stellata:* ein Stück der Membran, darunter ein Membranhöcker im optischen Längsschnitt, das Ende des Höckers mit leicht verdickter Membran.

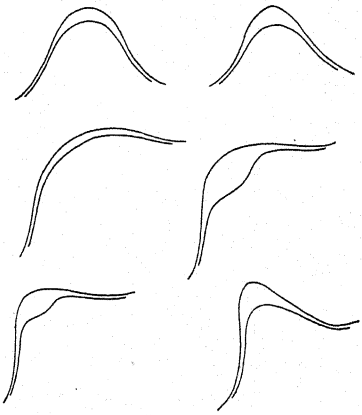


Fig. 408. *Vischeria stellata:* verschiedene Formen der Höcker zum Teil mit deutlichen Membranverdickungen. Rechts unten *V. aster.*

Kontur bekommt. Diese Ausbeulungen sind meistens sehr regelmäßig verteilt und entsprechen stumpfen Kegeln, Halbkugeln oder Kugelsegmenten. Sie gehen entweder allmählich in die Kugelfläche über (Fig. 406, 414*c*, 415) oder sind ihr ziemlich

scharf aufgesetzt (Fig. 417) und schwanken sehr in der Zahl: von 5 bis 8 großen, flachen Ausbeulungen (Fig. 414, 415) sind alle Übergänge vorhanden zu sehr zahlreichen, kegel- oder halbkugeligen Ausbeulungen (Fig. 406, 417, 418), die so dicht stehen können, daß die primäre Kugelfläche der Zelle überhaupt nicht mehr erkennbar ist. Bei anderen Arten drängen sich die

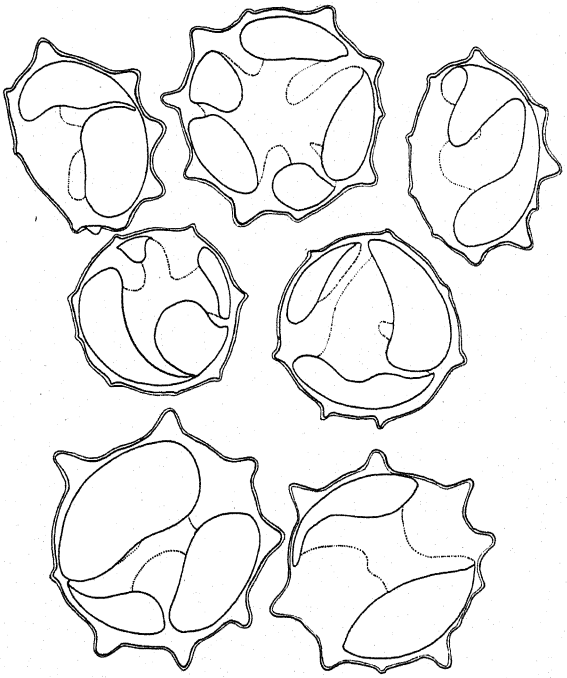


Fig. 409. *Vischeria stellata:* der im Prinzip topfförmige, aber oft gelappte Chromatophor in sieben verschiedenen Ausbildungen. Oben links und rechts je eine nur halbseitig entwickelte, *Chlorogibba*-artige Zelle.

Ausbeulungen in die Zwischenräume zwischen den anderen herein, sie verlieren dadurch ihren ursprünglich mehr oder weniger kreisförmigen Querschnitt, werden wulstförmig (Fig. 419, 420). Diese Arten stellen wohl eine eigene Gattung dar. Membran derb bis sehr derb, in manchen Fällen deutlich zweischichtig, verkieselt oder auch durch Eisenanlagerungen bräunlich bis rotbraun verfärbt, manchmal auffallend spröde und brüchig. Nicht selten sind die Scheitel der Ausbuckelungen schwach verdickt. Feine Skulptur der Membran wahrscheinlich vorhanden: an entleerten Zellen zeigt die Membran oft eine sehr

regelmäßige Punktung. Bei manchen Arten tritt die übliche, gröbere Skulptur auf. Auch bei dickwandigen Formen zeigt die Membran keine radiäre Streifung. Es können aber auch gelegentlich vollständig glatte, kugelige Zellen auftreten[1]), die wie *Pleurochloris* aussehen. Bleiben hier die Autosporen längere Zeit untereinander im Verbande, so können *Chlorellidium*-artige Viererverbände entstehen. Bei einer rein gezüchteten Art

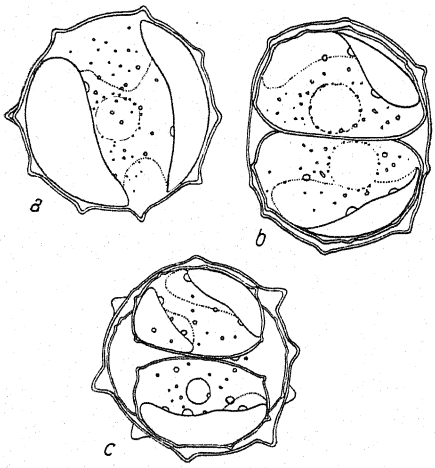


Fig. 410. *Vischeria stellata: a* Zelle mit großem, gelapptem Chromatophoren; *b* Bildung zweier Autosporen, die bereits innerhalb der Mutterzelle die charakteristischen Ausbeulungen bilden und sich auf einer Seite gegenseitig abplatten; *c* Bildung von vier Autosporen.

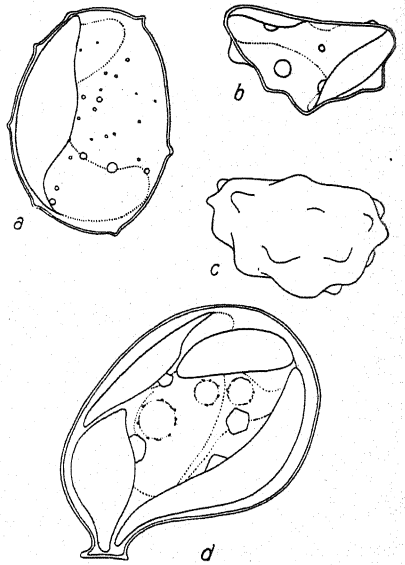


Fig. 411. *Vischeria stellata: a, b, c* nur halbseitig, also halbkugelig entwickelte *Chlorogibba*-artige Zellen; *d* keulenförmige, mit einem kleinen Füßchen versehene Ausbildung, die nur selten auftritt.

(*Vischeria stellata*) zeigte es sich, daß in synthetischen Nährlösungen die Alge kleinere oder überhaupt keine Buckeln ausbildete, im Erddekokt aber die typische Form zeigte.

Chromatophor meistens einer, wandständig und muldenförmig, meist aber sehr stark gelappt und eingeschnitten (Fig. 409, 410), so daß mehrere Chromatophoren vorgetäuscht werden, doch auch zwei oder mehrere, völlig getrennte

[1]) Nach Abschluß des Manuskriptes hatte Prof. W. Vischer die Freundlichkeit mitzuteilen, daß alte Kulturen von *Vischeria stellata* rotgelb werden. Ihre gebuckelten Zellen entleeren dabei den Inhalt in der Form derbwandiger, glatter, ellipsoidischer Zellen.

Chromatophoren. Bei keiner bis jetzt bekannten Art ein Pyrenoid. Manchmal Chromatophoren sehr blaß. Exkretöl gelegentlich vorhanden, bei einer Art auch Eiweißkristalle gesehen und ferner der eigenartige zentrale Ballen, der bei vielen Heterokonten auftritt.

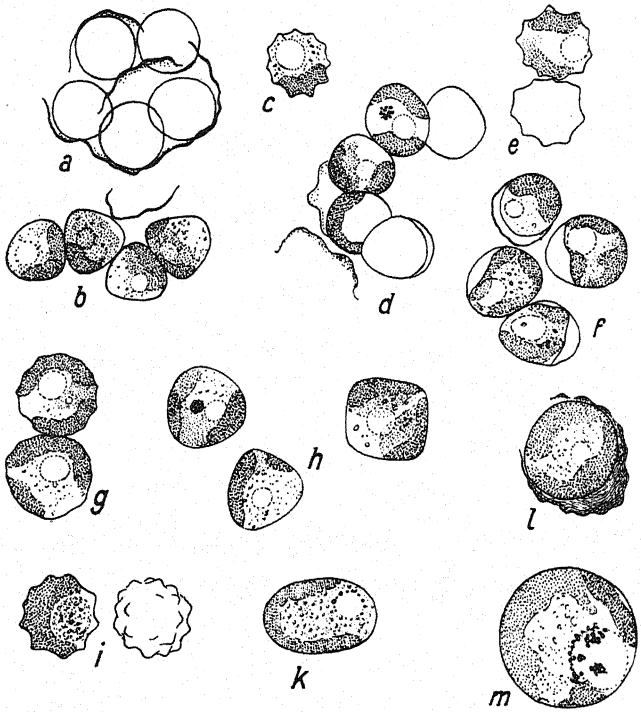


Fig. 412. *Vischeria stellata:* verschiedene Stadien: *a* und *d* Bildung und Entleerung von Autosporen; *b, h* junge, zum Teil gegenseitig tetraedrisch abgeplattete Autosporen, die erst später die Ausbeulungen bilden; *e, g, o* junge Zellen; *i* erwachsene Zellen; *k* ellipsoidische Stadien, wie sie manchmal in synthetischen Nährlösungen auftreten (siehe Note 1 S. 556); nach VISCHER.

Vermehrung in der Form von Autosporen oder Schwärmern. Autosporen zu zwei oder acht gebildet (Fig. 410*b*, *c*; 412*a*, *d*). Junge Autosporen manchmal mit kontraktilen Vakuolen. Die Autosporen werden nicht selten längere Zeit durch die gedehnte Mutterzellhaut zusammengehalten, oft so lange, daß sie noch innerhalb der gedehnten Mutterzellhaut die definitive Größe annehmen. Vegetative Zellen, die aus solchen Autosporen entstanden sind, sind manchmal ellipsoidisch abgeplattet oder fast halbkugelig, dieses dann, wenn nur zwei Autosporen ge-

bildet wurden (Fig. 409 links und rechts oben, 410 *b*, *c*), mehr oder weniger tetraedrisch aber, wenn vier Autosporen gebildet waren. Treten die Autosporen sehr spät aus den Mutterzellen aus, so kann es geschehen, daß die zwei oder vier Autosporen an ihren Berührungsflächen verbacken bleiben. Lösen sich in solchen Verbänden einzelne Zellen aus, so entstehen Formen, die eine oder zwei Flächen glatt, den anderen Teil der Oberfläche aber mehr oder weniger gebuckelt haben.

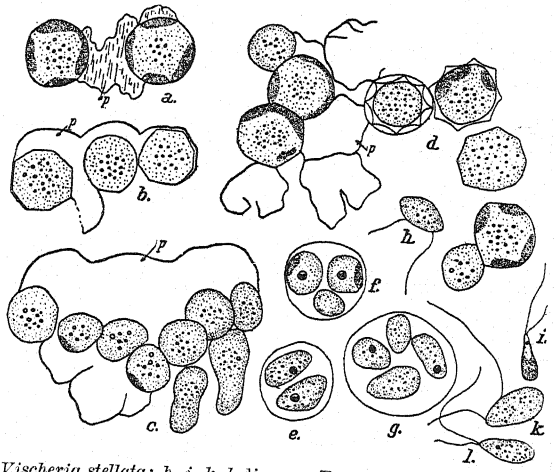


Fig. 413. *Vischeria stellata: h, i, k, l* die von POULTON beobachteten Schwärmer; die anderen Figuren nicht charakteristisch. Da die Schwärmer bis jetzt nur von POULTON beobachtet wurden, muß auf diese Figuren zurückgegriffen werden.

In der Regel zeigen die Autosporen schon in der Mutterzelle die Ausbuckelungen der Membran. In manchen Fällen treten sie aber glattwandig aus und bekommen die Ausbuckelungen erst nach dem Freiwerden. Gelegentlich behalten die Zellen ihre glatte Membran bei und werden dann nicht selten ellipsoidisch.

Bei einer Art (*Vischeria stellata*) werden von POULTON Schwärmer angegeben (Fig. 413), die aber bis jetzt nicht wiedergefunden wurden. An der Existenz von Schwärmern braucht aber nicht gezweifelt zu werden, da sie auch bei der nahe verwandten *Polyedriella helvetica* festgestellt wurden.

Sporenstadien nicht mit Sicherheit beobachtet[1]). Es ist nicht ausgeschlossen, daß einige dieser Formen direktes Austrocknen vertragen.

[1]) Siehe die Note auf S. 556.

Vischeria hat nach unseren derzeitigen Kenntnissen keine parallele Ausbildung bei anderen Algenreihen. Von den gewiß zahlreicheren Arten sind mir derzeit nur fünf besser bekannt.

Bestimmungsschlüssel der Arten[1]):

I. Buckel an der Basis rund, stumpf kegelförmig bis halbkugelig oder in der Form von Kalotten . . . . . Untergattung ***Vischeria* s. str.**
  1. Viele mehr stumpfkegelige Buckel[2]) . . . . . **Vischeria stellata *1.***
  2. Buckel mehr halbkugelig bis flach kalottenförmig.
    A. Buckel flach in geringer Zahl[3]) (6–9) . . . **Vischeria gibbosa *2.***
    B. Buckel fast halbkugelig[4]).
      a. Meist acht tetraedrisch zueinander orientierte, große Buckel **Vischeria tetraedroides *3.***
      b. Mehr sehr regelmäßig angeordnete Buckel, Zellen dadurch sehr regelmäßig strahlig gebaut[4]) **Vischeria regularis** u. a. siehe S. 564ff.

II. Buckel mehr wulstartig und relativ niedrig, dicht aneinander schließend, meist bogig über die Zelle ziehend . . . Untergattung ***Onkosphaera*.**
  1. Wenige „fischblasenartige"[5]) Wülste[6]) . . . . . **Vischeria torta *4.***

I. Untergattung *Vischeria* s. str.

1. Vischeria stellata nov. comb. (Fig. 406–413).

Syn.: *Chlorobotrys stellata* CHODAT bei POULTON, Thèse 777, Univ. Genève, Fac. Sc. Lab. Bot. Ser. X, Fasc. XI (1925) 7–20. — CHODAT bei POULTON, New Phyt. **25** (1936) 310–312.

Abb.: POULTON (Genève, a. a. O. (1925) 7, Fig. 1; 18, Fig. 2 (sehr wenig charakteristische Abbildungen). — POULTON, New Phyt. **25** (1926) Fig. 1, 2 (Kopie aus der ersten Arbeit).

Zellen in normaler Ausbildung immer einzeln; sehr selten zu zweien oder vieren, vorübergehend oder dauernd verbunden. Bei normaler Ausbildung immer kugelig, doch daneben vereinzelt auch ellipsoidisch bis halbkugelig (Form hängt vom Zeit-

---

[1]) Der Schlüssel berücksichtigt nur die besser bekannten Arten, vgl. Figuren und Beschreibungen!

[2]) Sind die Buckel hoch o. spitz, siehe *Vischeria aculeata* (S. 565, Fig. 418 *d*) und *Vischeria aster* (S. 565, Fig. 418 *c*).

[3]) Sind sehr viele, ziemlich flache Buckel vorhanden, vgl. *Vischeria undulata* (S. 565, Fig. 418 *a*, *b*).

[4]) Vgl. hier auch die noch wenig bekannte Art *Vischeria gemma* (S. 564, Fig. 417).

[5]) „Fischblasen" im Sinne der Bezeichnung im gotischen Fenstermaßwerke.

[6]) Sind sehr viele schmal wulstartige, gekröseartig aneinander schließende Buckel vorhanden, vgl. *Vischeria rimosa* (S. 567, Fig. 420).

punkt des Freiwerdens der Tochterzellen aus der Mutterzelle ab [siehe S. 558]). Ausbuckelungen im Prinzip stumpf kegelförmig, zahlreich, ziemlich regelmäßig verteilt, an den verschiedenen Zellen oft von sehr verschiedener Größe. Ausbuckelungen meist locker stehend, so daß die ursprüngliche Kugelfläche erkennbar bleibt. Gelegentlich die Membran an den Spitzen der Ausbuckelungen verdickt. Vereinzelt auch glatte Zellen ohne Ausbuckelungen, besonders bei Kultur in synthetischen Nährlösungen und auch bei Austrocknung[1]). Chromatophor meist einer, in der oben beschriebenen Weise gelappt (siehe Fig. 409), ohne Pyrenoid, ferner die in der Gattungsdiagnose angegebenen Inhaltskörper. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen, die entweder noch in der Mutterzelle oder erst nach dem Freiwerden die Buckel ausbilden, sich gelegentlich stark abplatten und bei spätem Freiwerden (siehe Gattungsdiagnose) unter Umständen die abgeplattete Form beibehalten können (Fig. 410, 411*b*, *c*). Gelegentlich bleiben die Autosporen miteinander verbacken. Von POULTON werden stigmatisierte Schwärmer mit einem Chromatophoren angegeben; Nebengeißel ungefähr die Hälfte der Hauptgeißel. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen durchschnittlich 7–10–13 μ groß, gelegentlich größer.

Vorkommen: Aus der Schweiz. Bis jetzt nur in Reinkulturen: Genf Nr. 185. Prag und Basel unter *Vischeria stellata*.

Die Form der Zelle, die Beschaffenheit der Membran ist sehr von Kulturbedingungen abhängig (siehe VISCHER 1937). Gelegentlich entstehen sehr große, ellipsoidische Zellen mit eigenartigen, füßchenförmigen Fortsätzen (siehe Fig. 411*d*), von denen nicht ganz sicher feststeht, ob sie nicht festsitzend waren.

2. Vischeria gibbosa (Fig. 414).

Zellen im Prinzip kugelig, mit wenigen (7–18, meist 8), sehr großen und meistens gleichmäßig verteilten Ausbeulungen, die untereinander gleich groß sind oder aber durch Verkleinerung einer ungleich werden. Ausbeulungen an der Basis kreisrund, sehr flachen Kugelabschnitten entsprechend, entweder mit scharfen oder sanften Furchen aneinander grenzend. Zellen im optischen Querschnitt 5- oder 6lappig. Membran sehr derb, an ausgewachsenen Zellen oft deutlich zweischichtig, die Außenschicht sehr häufig gelblich bis oft rotbraun ver-

[1]) Siehe Note auf S. 556.

färbt; sehr brüchig und spröde. Chromatophoren 2–5, scheibchenförmig, doch auch einer, der tief gelappt bis zerteilt ist. Eiweißkristalle beobachtet.

Vermehrung durch Bildung von 2–4 Autosporen, die, soweit beobachtet, bereits die charakteristische Form zeigen. Schwärmer nicht gesehen.

Zellen 7–11(–15) μ, meist um 9 μ groß, doch auch gelegentlich kleinere Formen.

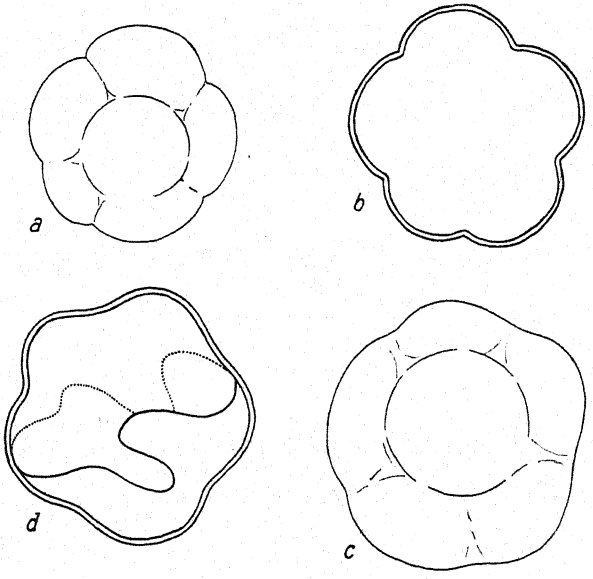


Fig. 414. *Vischeria gibbosa: a, c* Außenansicht der Zelle; *b* optischer Längsschnitt; *d* optischer Längsschnitt mit dem gelapptem Chromatophoren; *a* und *c* veranschaulichen die beiden Ausbildungen: *a* mit scharf abgesetzten, *c* mit ineinander übergehenden Ausbeulungen.

Vorkommen: Wiederholt gesehen: Teichufer des Mugrauer Mühlteiches; aus dem österreichischen Mühlviertel; aus dem Erzgebirge (Urgestein) an leicht anmoorigen, eisenreicheren Stellen. Vielleicht Kalk meidend.

Diese Alge wurde gewiß wiederholt gesehen. Bei starker rotbrauner Verfärbung der Haut wird sie fast undurchsichtig und ganz sporenartig und wurde gewiß oft als Spore gedeutet.

Es sind bei *Vischeria gibbosa* vielleicht mehrere Formenkreise vorhanden. — Bei einer sind die wenigen Buckel durch scharfe schmale Täler getrennt, bei einer anderen stehen die Buckel

weiter voneinander ab, die Zelle erscheint dann grob und stumpf gelappt, im anderen Falle scharf gekerbt.

Bemerkt sei, daß einzelne Zellen auch bei klarer Membran völlig farblos erscheinen; bei derbwandigen, tief rotbraunen Zellen ist der Chromatophor meist sehr blaß. Stark inkrustierte Zellen sind sehr spröde.

Es gibt eine Formenreihe, bei der die Buckel so flach sind, daß die Zellen fast kugelig erscheinen und das Vorhandensein der Buckel sich eigentlich nur mehr aus einem maschigen Furchensystem ergibt. Möglicherweise bilden diese Formen, die bis 9 μ messen, eine eigene Art.

3. Vischeria tetraedroides (Fig. 415).

Zellen sehr klein, oft mit sehr derber, tiefbrauner bis schwarzer Membran, mit ca. acht halbkugeligen, im Verhältnis zur Zelle sehr großen Vorwölbungen, die in sehr charakteristischer Weise angeordnet sind und ineinander übergehen. Zweimal sind je drei radiär und in Winkeln von 60 Grad zueinander angeordnet, dabei sind diese beiden Formen von Buckeln so gegeneinander verdreht, daß die Buckeln der beiden Formen miteinander abwechseln. Je ein Buckel ist dann gewissermaßen zentral zwischen je einer Terne gelagert und so gewissermaßen polständig. Diese Anordnung scheint dabei völlig regelmäßig zu sein, so daß sich diese Anordnung der Buckel immer ergibt, sobald die Zelle in der Richtung einer Buckelachse be-

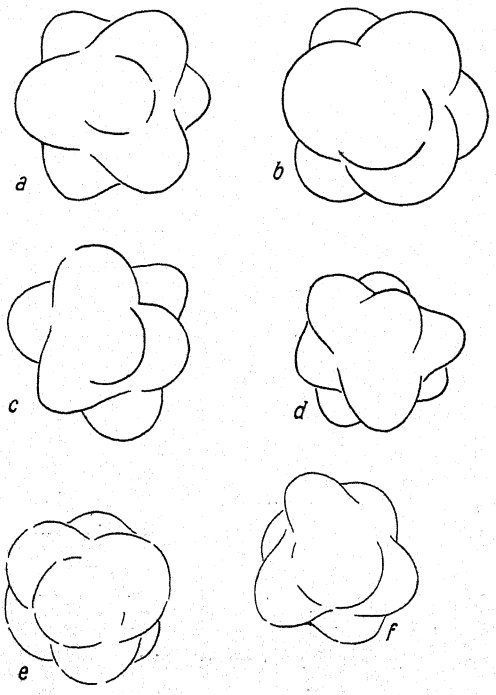


Fig. 415. *Vischeria tetraedroides.*

trachtet wird. Chromatophoren im Prinzip einer, muldenförmig, aber infolge der Form der Zelle sehr zerlappt und manchmal in zwei bis drei Teile zerteilt, oft sehr blaß. Gelegentlich einzelne Zellen völlig farblos. Möglicherweise kann sich hier der zusammengezogene Zelleinhalt mit einer derben Membran umgeben und zu einer Spore werden.

Zellen 3–5 μ im Durchmesser, gelegentlich einzelne Zellen bis 8 μ.

Vorkommen: Vielleicht verbreitete Alge, die in sauren, stark eisenhaltigen, oft moorigen Wässern manchmal in großen Mengen vorkommt. Typische Eisenalge. Aus sehr stark eisenhaltigen Gräben im Gebiete der Gottesgaber Moore (Erzgebirge); aus der Eisenquelle bei Hirschberg (N.-Böhmen) (sehr selten!); aus moorigen Gräben am Arber (Böhmerwald).

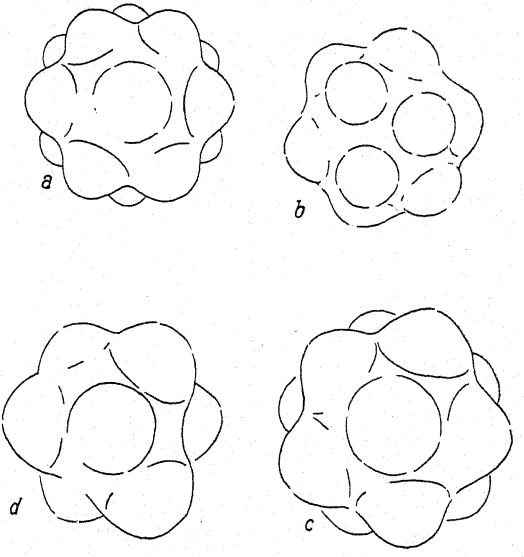


Fig. 416. *Vischeria regularis:* 3-, 5- und sechsstrahlige Formen. Beachte auch die Größenschwankungen.

Diese Alge wird sicherlich immer übersehen oder als irgendeine Spore angesprochen. Auch bei dieser Art lassen sich Formen mit vermittelten Buckeln und mit scharf gegeneinander abgesetzten Buckeln unterscheiden (vgl. Fig. 415*a*, *c*, *d*, *f* mit den Fig. 415*b*, *e*!).

Außer diesen hier ausführlich behandelten Formen gibt es noch andere bis jetzt noch unklare Vischerien mit nicht wulstförmigen Buckeln.

Eine Formenreihe stimmt mit *Vischeria tetraedroides* in der regelmäßigen, direkt kristallachsenklaren Anordnung der Buckel überein, wobei die Zahl der regelmäßig angeordneten Buckel schwanken kann, so daß man bei geeigneter Aufstellung der Zellen (ein Buckel in der optischen Achse) deutlich fünfstrahlige

bis sechsstrahlige Formen unterscheiden kann. Dabei sind die Buckelkränze ebenfalls und gegeneinander verdreht, so daß die höher bzw. tiefer stehenden Buckel miteinander abwechseln (siehe Fig. 416). Diese Formen sind immer deutlich größer als die mehr tetraedrisch gebaute *Vischeria tetraedroides*, messen 10–12 μ und leben, soweit ich sah, nicht in eisenhaltigen Wässern. Graben des Moores bei der Natalienquelle in Franzensbad; aus einem sumpfigen Graben mit *Microspora* um Wittingau in Südböhmen (***Vischeria regularis***) (Fig. 416).

Eine zweite Formenreihe (siehe Fig. 417) hat ebenfalls sehr regelmäßig verteilte, halbkugelige und sehr regelmäßige Buckel,

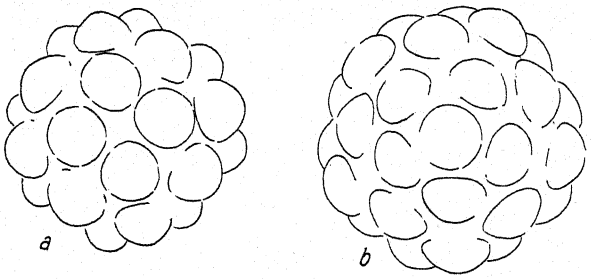


Fig. 417. *Vischeria gemma.*

aber in sehr großer Zahl. Die Buckel sind sehr regelmäßig angeordnet, es lassen sich deutlich vier-, fünf- und sechsstrahlige Typen unterscheiden, die vielleicht nicht spezifisch zusammengehören. Es sind 24, 32 und entsprechend mehr Buckel vorhanden. Unter den Buckeln ist sehr häufig oft in breiten Streifen die primäre Kugelfläche der Zelle zu erkennen. Diese Formen bezeichnete ich in den Notizen als ***Vischeria gemma*** (Fig. 417). (Zellen 10–17 μ groß, mit sehr spröder Wand, ein lappiger, oft ganz zerteilter Chromatophor.)

Eine dritte Formenreihe (Fig. 418*c*) wirkt dadurch sehr strahlig, daß die im übrigen ziemlich dicht stehenden Buckel kegelförmig verlängert und am Ende abgerundet sind. Die Buckel sind im Gegensatz zu den bis jetzt besprochenen Formen, deren Buckel niedriger als breit sind, meist so hoch wie breit oder höher. Dabei ist die Verteilung der Buckel recht regelmäßig und es lassen sich ebenfalls vier-, fünf- und sechsstrahlige Formen erkennen. Diese Formenreihe erscheint mit *Vischeria stellata* verbunden dadurch, daß bei dieser Art ebenfalls mehr

kegelförmige Buckel auftreten können. Die Zellen entsprechen in der Größe ungefähr der typischen *Vischeria stellata*. In den Notizen hatte ich sie als ***Vischeria aster*** (Fig. 418*c*) bezeichnet.

Eine weitere Formenreihe (siehe Fig. 418*a*, *b*) hat zwar recht flache Buckel; sie sind aber in so großer Zahl vorhanden, daß eine genaue Bestimmung ihrer Anzahl meist nicht möglich ist. Dabei ist die Verteilung meist recht regelmäßig: meist sind die Zellen sechsstrahlig. Die Zahl der Buckel schwankt in sehr

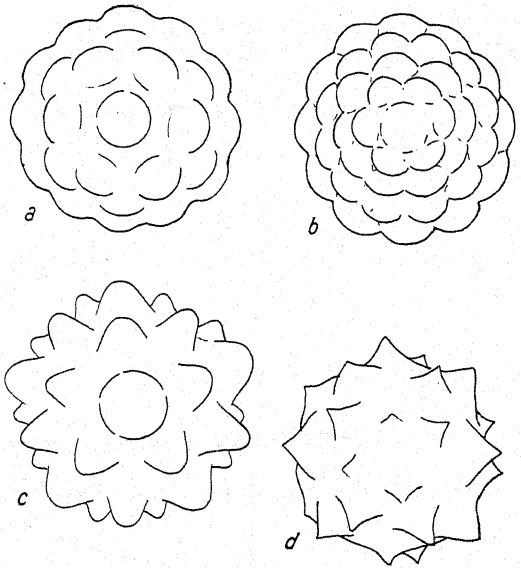


Fig. 418. *Vischeria: a, b V. undulata; c V. aster;* Form mit relativ niedrigen Buckeln; d Art mit spitzen Buckeln (*V. aculeata*).

weiten Grenzen, 38–68 und noch mehr. Oft stehen die Buckel sehr dicht, sind dabei sehr flach und wegen ihrer großen Zahl sehr klein, daß die Buckelung der Zellen mehr eine wabig vertiefte Skulptur der Membran vortäuschen kann. Diese Formen, 10–16 μ messend, leben z. T. in sehr eisenhaltigen Wässern, sehen Sporen anderer Algen sehr ähnlich: ***Vischeria undulata*** (Fig. 418*a*, *b*). Vielleicht zwei Größenklassen. Diese Formen schließen vielleicht an *Vischeria tetraedroides* an.

Alle die genannten Formen haben kegelförmige bis halbkugelige bzw. kalottenförmige, dabei immer stumpfe Buckel. Bei einer nur einmal in wenigen Zellen gesehenen Form sind die

Buckel breit kegelförmig und sehr spitz. Die Zellen sehen fast aus wie die Zygoten mancher Volvocalen. Die Membran ist zart punktiert: ***Vischeria aculeata*** (Fig. 418*d*).

II. Untergattung ***Onkosphaera.***

(*ὁ ὄγκος* = der Wulst; *ἡ σφαῖρα* = die Kugel.)

Syn.: *Onkosphaera* PASCHER in not. als Gattung.

4. Vischeria torta (Fig. 419).

Syn.: *Onkosphaera torta* PASCHER in not.

Zellen im optischen Schnitt kugelig polygonal. Ausbeulungen regelmäßig verteilt, doch nicht halbkugelig oder Kugelabschnitten entsprechend, sondern einseitig oder beidseitig

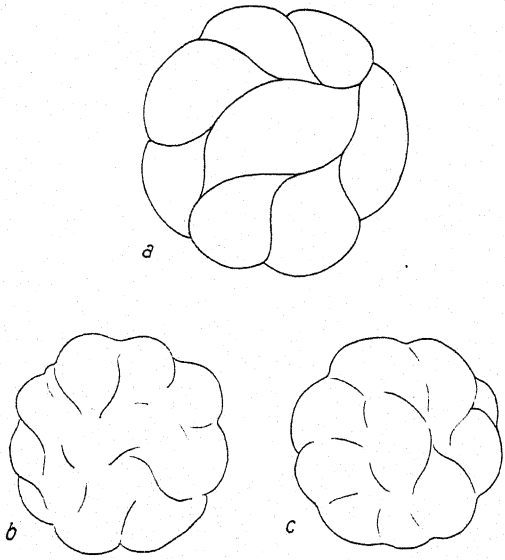


Fig. 419. *Vischeria torta;* die beiden in ihrer Größe etwas verschiedenen Ausbildungen.

verlängert und in die Fugen eines oder zweier benachbarter Ausbeulungen einkeilend. An einer Zelle die Verbreiterungen aller Ausbeulungen im gleichen Sinne orientiert. Dadurch bekommt die Zelle, von der Oberfläche betrachtet, ein eigenartiges, gedrehtes Aussehen, wobei die Drehungsrichtung sowohl nach rechts wie nach links gehen kann. Membran derb,

doch nicht sehr dick, sehr häufig leicht rötlich verfärbt, spröde, vielleicht in ausgewachsenen Zellen sehr stark verkieselt. Chromatophoren in der ausgewachsenen Zelle 2–5. Vermehrung nicht beobachtet, wahrscheinlich aber Autosporen.

Zellen 8–11 μ im Durchmesser, gelegentlich aber größere Zellen beobachtet. Vielleicht in zwei Größenklassen.

Vorkommen: Bis jetzt nur zweimal gesehen: verlandende Granattrichter am Plöckenpasse (mit *Peliaina*, einer farblosen Flagellate, in der symbiontische Blaualgen leben); aus Wiesengräben am Ameringkogel im Lavanttal, also einmal im Urgestein, einmal im Kalk. Vielleicht alpine Form.

Eine Weiterentwicklung in dieser Richtung wird durch eine Form dargestellt, bei der die Buckel sehr lang und schmal geworden sind und bogig sich ineinander winden (Fig. 420). Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Zelle auch in bezug auf diese wurmartig gewundenen Buckel polar geworden ist: einzelne Zellen lassen eine deutliche Polarität erkennen. Leider sah ich diese Alge zu wenig. Die Membran ist sehr derb und oft tiefbraun. Die Zellen sehen wie Sporen aus. Zellen 10–14 μ groß, einzelne etwas größer. Zellinhalt wie bei den anderen Arten (***Vischeria rimosa*** = *Onkosphaera rimosa*).

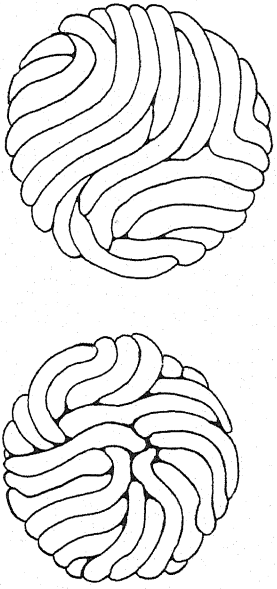


Fig. 420. *Vischeria:* Art mit in die Länge gezogenen, gekröseartig ineinander geschlungenen, wulstförmigen Buckeln. (*V. rimosa*, wahrscheinlich mit *V. torta* zusammen eine eigene Gattung bildend: *Onkosphaera*.)

30. Polyedriella Pascher (1930) (Fig. 421–426).

Name von πολύς = viel, τὸ ἕδριον = Verkleinerungsform von ἡ ἕδρα = Grundfläche und dann allgemein die Fläche.

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 428.

Zellen einzeln oder knapp nach der Teilung zu zweien oder vieren vielleicht einander genähert, isodiametrisch; nicht kugelig, sondern von oft nicht sehr regelmäßigen, manchmal rhombischen Flächen begrenzt, die mit unscharfen bis sehr stumpfen Kanten und Ecken aneinander stoßen. Die Zellen haben infolgedessen die Form von Polyedern mit wechselnder Flächenzahl.

Zellen im optischen Querschnitte sehr häufig unregelmäßig sechs- oder mehreckig. Flächen manchmal leicht konkav. Membran relativ derb, manchmal rötlich, obwohl Skulpturen nicht bei allen Arten beobachtet, wahrscheinlich immer mit manchmal groben Skulpturen versehen. Die Polyederecken bei einer Art zu einem kurzen Membranstachel verdickt. In der Zelle ein muldenförmiger, oft gelappter, doch auch zwei bis mehrere wandständige Chromatophoren vorhanden, die nicht selten recht ungleich groß sind. Öl- und Fetttröpfchen,

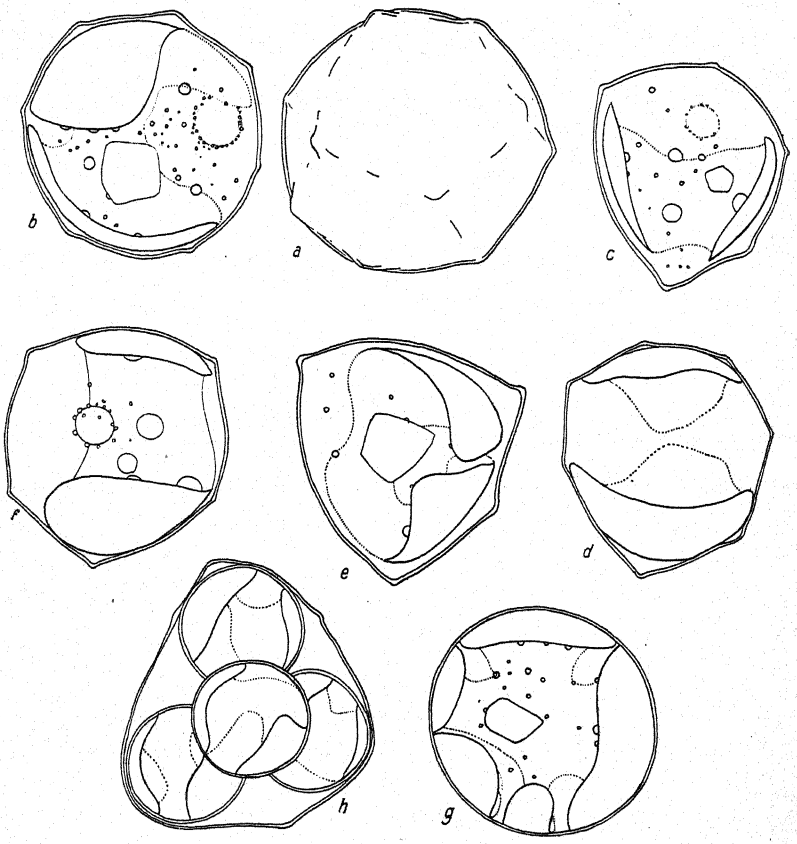


Fig. 421. *Polyedriella helvetica:* *a* polyedrische Zelle von außen; *b* polyedrische Zelle im Längsschnitt, der zweilappige, große Chromatophor, Eiweißkristalle und die von Tröpfchen umgebene „Vakuole"; *f* im optischen Schnitt fünfeckige Zelle; *c, d, e* tetraedrische, im optischen Schnitt im Prinzip dreieckige Zellen (vielleicht Zwangsform, bedingt durch die Autosporenbildung); *g* runde Zelle, wie sie häufig bei der Kultur in synthetischen Nährlösungen auftritt, oft besteht die ganze Kultur aus solchen runden, kugeligen oder ellipsoidischen Zellen; *h* Autosporenbildung, vier kugelige Autosporen, die innerhalb einer polyedrischen Zelle gebildet werden. In vielen Fällen bilden die kugeligen Autosporen die Polyedergestalt nach der Entleerung aus, sonst werden die Autosporen bereits polyedrisch angelegt.

Leukosinballen, stark glänzende Ballen irgendeiner noch nicht näher bekannten Substanz und ferner sehr häufig stark lichtbrechende, stäbchenförmige Gebilde.

Vermehrung, soweit beobachtet, durch Autosporen, die zu zweien oder vieren gebildet werden, durch die (erweichte und verschleimende?) Membran austreten und eine Zeitlang noch beisammen bleiben. Die Autosporen nehmen meist noch innerhalb der Mutterzelle ihre definitive Form an und platten sich meist nicht tetraedrisch ab. Bleiben die Autosporen lange in der Mutterzelle eingeschlossen, so behalten sie nicht selten auch nach dem Austritte noch die abgeplattete Form bei und bleiben dann leicht und unregelmäßig tetraedrisch oder halbseitig. Meist wird aber die Polyederform noch in der Mutterzelle an den jungen Zellen angelegt. Die jungen Zellen können auch rund oder länglich ohne Ausbucklungen aus der Mutterzelle austreten, wonach sie aber die Polyederform meist nicht erreichen. Ja, bei Wachstumsbedingungen, die mehr die Teilung als das Wachstum begünstigen, kann es geschehen, daß die charakteristische Polyederform nur selten oder auch in größerem Materiale gar nicht zu sehen ist. So hielt ich eine Kultur von *Polyedriella helvetica*, die besonders starke Vermehrung zeigte und nur aus kurz ellipsoidischen glatten Zellen bestand, für *Ellipsoidion*, bis nach einer gewissen Erschöpfung der Vermehrungsvorgänge dann die typische Ausbildung auftrat. Siehe die gleichen Angaben bei *Vischeria* (S. 556, 558). Manchmal bleiben die austretenden Autosporen zu Tetraden vereinigt; es entstehen dann *Chlorellidium*-artige Verbände. Dabei können die Zellen glatt-kugelig oder polyedrisch sein. Bei gebuckelten Zellen entwickeln sich natürlich an den Berührungsflächen keine Buckel.

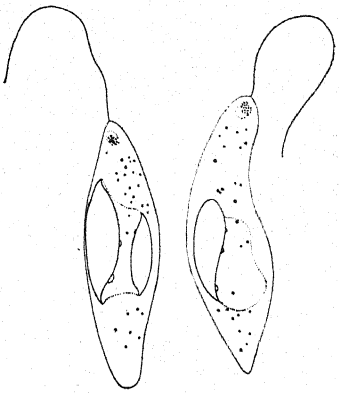


Fig. 422. *Polyedriella helvetica:* zwei Schwärmer; statt des Stigmas eine Gruppe stark glänzender, leicht gelblicher Körperchen.

Zoosporen bei einer Art beobachtet (*Polyedriella helvetica*); soweit gesehen mit einer knapp körperlangen Geißel, einem Chromatophoren. Stigma nicht typisch ausgebildet: an Stelle des Stigmas eine Ansammlung gelblicher, stark lichtbrechender Körperchen.

Polyedriella kann bei oberflächlicher Betrachtung mit *Chlorogibba* und *Vischeria* verwechselt werden. Erstere hat aber niemals isodiametrische, sondern höchstens halbkugelförmig bis napfförmig eingedrückte Zellen.

Polyedriella, besonders *P. aculeata*, sieht Sporen, auch Zygosporen verschiedener Algen sehr ähnlich. Daß es sich aber um keine Dauerzygoten oder vegetative Sporen irgendeiner Alge handelt, geht daraus hervor, daß sich *Polyedriella* durch die Bildung von zwei oder vier Autosporen, die wieder die Form der Mutterzelle annehmen, vermehrt.

Drei näher bekannte Arten[1]):

I. Ecken der Zelle ohne stachelige Verdickungen.
  1. Polyederecken wenig vorspringend, Zellen mehr kugelig. Meist ein gelappter Chromatophor . . . . . **Polyedriella helvetica 1.**
  2. Polyederecken sehr ausgeprägt; Zellflächen flach bis leicht konkav **Polyedriella irregularis 2.**

II. Zellecken mit deutlichen, oft warzig-stacheligen Verdickungen **Polyedriella aculeata 3.**

Polyedriella und *Vischeria* sind sehr nahe verwandt. Erstere ist gewissermaßen eine *Vischeria*, bei der nur wenige Ausbuckelungen vorhanden sind, die sich dazu noch stumpfkantig miteinander verbinden. Dadurch wird die Zelle mehr polyedrisch. *Polyedriella irregularis* und *P. aculeata* sind sehr typische Arten, während *P. helvetica* sich *Vischeria* nähert.

1. Polyedriella helvetica Vischer et Pascher (Fig. 421, 422).

Zellen mehr oder weniger ausgesprochen kugelig, oder mehr dreikantig; durch leicht vorgezogene, stumpfe Ecken im optischen Schnitt mehr oder weniger regelmäßig sieben-, acht-, fünf- oder seltener auch nur dreieckig, unter bestimmten Bedingungen ganz glatt, kugelig oder ellipsoidisch, gelegentlich auch einzelne Zellen halbkugelig. Membran im ausgewachsenen Zustand ziemlich derb und in weiten Abständen eckig bis ganz flach kegelförmig vorgezogen, wobei die auf diese Weise entstandenen stumpfen Ecken durch leichte kantenförmige Vorziehungen der Membran untereinander verbunden sind. Infolge der konvexen Flächen wird die im Prinzip vorhandene Kugelform der Zelle ausgeprochen polyedrisch, wobei die Zahl der Ecken recht schwanken kann. Membran in ausgewachsenen

[1]) Es gibt noch mehrere Arten, von denen ich aber zu wenig sah.

alten Zellen stark glänzend, vielleicht verkieselt. Chromatophor einer, meist muldenförmig und meist tief gelappt, manchmal in mehrere Teilchromatophoren zerteilt, die immer wandständig sind. Eiweißkristalle und die auch für viele Vischerien charakteristischen tröpfchenumgebenen Vakuolen vorhanden. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen, die entweder in der erweiterten Mutterzelle kugelförmig bleiben und nicht selten glattwandig austreten, um erst dann die Ecken zu bilden, oder, noch in der Mutterzelle, die manchmal sehr tetraedrische (Zwangsform) oder regelmäßige polyedrische Gestalt zu erwerben. Bleiben die Autosporen innerhalb der Mutterzelle länger untereinander im Kontakt, so behalten sie, frei geworden, die mehr tetraedrische Gestalt. Schwärmer, bei einer Art gesehen, in der Zwei- oder Vierzahl gebildet, mit einem etwas binnenständigen, rinnenförmigen Chromatophoren, der oft auffallend klein ist. Stigma nicht in ausgesprochener Form vorhanden, dafür an seiner Stelle eine Gruppe stark glänzender, gelblicher Körperchen. Soweit beobachtet, nur eine ungefähr körperlange Geißel vorhanden. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 7–11 μ im Durchmesser, gelegentlich einzelne Zellen bis 20 μ. Schwärmer bis 13 μ lang.

Vorkommen: Nur in Reinkulturen bekannt: Genf Nr. 255; Basel, Prag unter *Polyedriella helvetica*.

Die Alge erreicht unter den gewöhnlichen Kulturbedingungen die charakteristische Gestalt nur selten. Meist bleibt sie, besonders wenn die Vermehrung sehr gefördert ist, kugelig, mit völlig glatter Membran, oder sie wird kurz ellipsoidisch. Dabei behalten aber die Inhaltskörper der Zelle, vor allem der Chromatophor, die charakteristische Gestalt bei. Welche Bedingungen das Wachstum der Zelle mehr fördern als die Vermehrung, ist noch nicht bekannt. Jedenfalls wird die endgültige Gestalt in den üblichen Kulturen nicht immer erreicht. Ebensowenig gelang es bis jetzt, die Schwärmerbildung mit einiger Sicherheit auszulösen.

Polyedriella helvetica steht *Vischeria* sehr nahe. Diese nahe Verwandschaft drückt sich, worauf besonders W. Vischer aufmerksam gemacht hat, besonders im gleichen Zellinhalte, gleichem Chromatophoren, Eiweißkristallen, eigenartiger, von Tröpfchen umgebener Vakuole aus.

2. Polyedriella irregularis PASCHER (1930) (Fig. 423, 424).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 429.

Abb.: PASCHER, a. a. O., (1930) 429, Fig. 25*a*—*c*.

Zellen im optischen Schnitte unregelmäßig sechseckig, an den Flächen meist leicht eingedrückt. Membran anscheinend

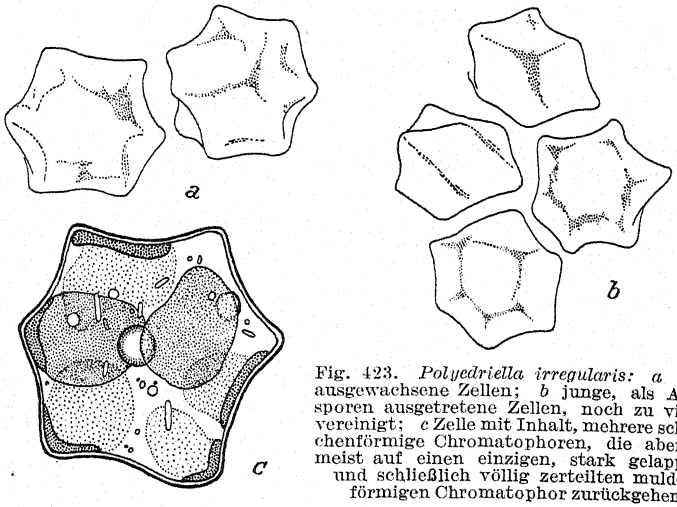


Fig. 423. *Polyedriella irregularis:* *a* zwei ausgewachsene Zellen; *b* junge, als Autosporen ausgetretene Zellen, noch zu vieren vereinigt; *c* Zelle mit Inhalt, mehrere scheibchenförmige Chromatophoren, die aber zumeist auf einen einzigen, stark gelappten, und schließlich völlig zerteilten muldenförmigen Chromatophor zurückgehen.

glatt, ziemlich derb, auch an den Polyederecken nicht verdickt, oft leicht verfärbt. Chromatophor vielleicht primär topfförmig, im ausgewachsenen Zustand zerteilt, bis 10, scheibchenförmig,

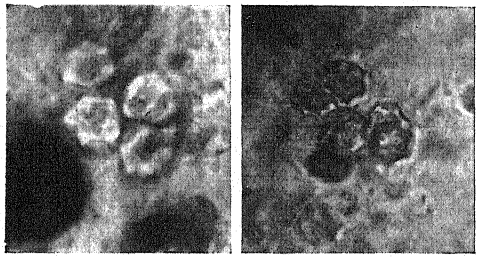


Fig. 424. *Polyedriella irregularis.*

vielleicht manchmal netzförmig zusammenschließend. Vermehrung durch Bildung von zwei oder vier Autosporen, deren Entwicklungsgeschichte nicht studiert wurde, und die in annähernd definitiver Gestalt austreten (Fig. 424), worauf sie noch eine Zeitlang nebeneinander liegen bleiben. Schwärmer oder Cysten nicht beobachtet.

Zellen bis 8–12(–16) μ im Durchmesser.

Vorkommen: Aus den Musikantenteichen bei Hirschberg i. Böhmen, im Blaualgenaufwuchs der Potamogetonten; aus Gräben der toten Au (Hochmoor) bei Tusset; verbreitete, aber nie häufige Alge mooriger Gewässer.

3. Polyedriella aculeata (Fig. 425, 426).

Zellen unregelmäßig polyedrisch mit schwankender Flächenzahl, aber im optischen Schnitt oft mit annähernd sechseckigem Umriß. Zellen manchmal einseitig verzogen. Membran derb, wahrscheinlich skulpturiert, manchmal rötlich verfärbt, an den

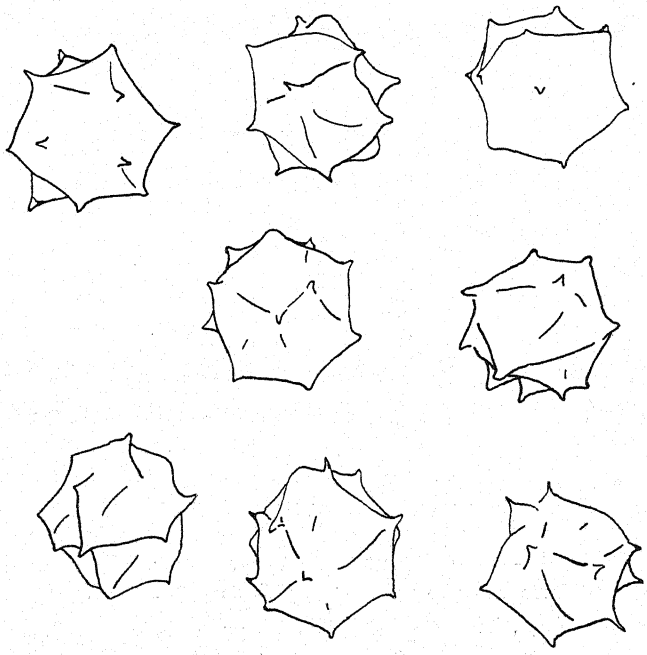


Fig. 425. *Polyedriella aculeata:* acht verschiedene Zellen.

Ecken hornartig verdickt und leicht geschichtet. Chromatophor einer, wandständig, stark gelappt bis ganz zerteilt. Gelegentlich tiefrote Öltröpfchen. Vermehrungsvorgänge nicht ganz verfolgt. Fertige Autosporen beobachtet; zwei oder vier Autosporen in der stark erweiterten und unregelmäßig veränderten Mutterzelle.

Zellen 10–15(–20) μ groß, meistens jedoch nur um 12 μ herum messend.

Vorkommen: In größeren Mengen aus den Uferalgen in einem kleinen Teich bei Hrnčíře bei Prag (PETROVÁ). Speziell diese Art sieht in der allgemeinen Zellform Zygoten verschiedener Algen, aber auch der Dinophycee *Dinastridium* sehr ähnlich. *Dinastridium* ist aber braun, hat Stärke, vermehrt sich durch *Gymnodinium*-artige Schwärmer und ist viel größer (35–55 μ); außerdem ist an *Dinastridium* meist eine deutliche Breit- und Schmalseite entwickelt.

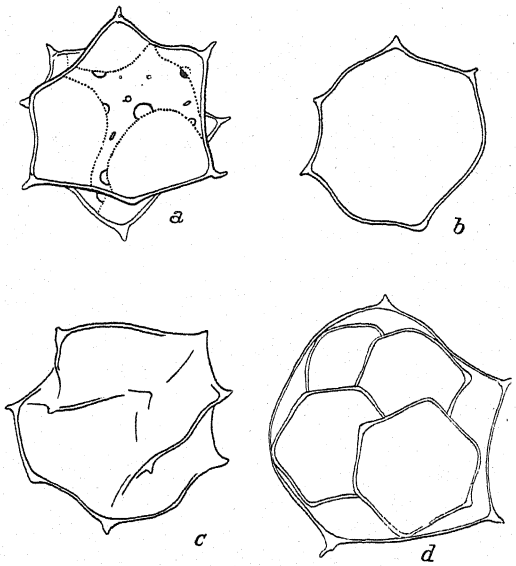


Fig. 426. *Polyedriella aculeata: a* Zelle mit eingezeichnetem Chromatophoren; *b* Zellumriß; *c* Zelle von außen; *d* Autosporenbildung.

31. Chlorogibba GEITLER (1928) (Fig. 427–439).

Name von χλωρός = grün, gibbus = der Buckel.

GEITLER, Arch. Prot. **63** (1928) 78, 82. — PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 434.

Kleine, einzeln lebende Zellen mit annähernd halbkugeliger Form, die auf der Querfläche leicht konvex, flach oder auch oft ausgehöhlt sein können. Membran regelmäßig oder unregelmäßig eingebuchtet und ausgebeult, so daß die Zellen, besonders von der Breitseite gesehen, entweder einen etwas unregelmäßig welligen oder schön fünf- bis zwölflappigen Umriß haben, wobei die Einschnitte flach oder scharf sein können. Membran derb, wahrscheinlich bei allen, sicher bei zwei Arten netzig skulpturiert, wobei die Netzpunkte kurz warzenförmig vorspringen

können, wahrscheinlich verkieselt. Im Prinzip ein Chromatophor, der aber tief zerlappt bis ganz zerteilt sein kann, so daß zwei bis fünf getrennte Chromatophoren entstehen. Sehr häufig werden aber durch die Lappung mehrere Chromatophoren vorgetäuscht. Chromatophoren oft sehr blaß, manchmal fast farblos. Vermehrung durch zwei bis vier Autosporen, deren Freiwerden noch nicht beobachtet werden konnte. Junge Autosporen mit kontraktilen Vakuolen. Bei einer Art die Bildung von zwei bis vier mit einem oder zwei Chromatophoren versehenen Schwärmern beobachtet, die nach kurzer Zeit oft ohne besondere Ortsveränderung zur Ruhe kommen, zunächt eine kugelig abgeflachte Zelle bilden, die dann sehr bald ihre definitive Form annimmt. Leider konnte der Augenblick des Austretens der Auto- und der Zoosporen nicht beobachtet werden (und damit auch nicht das Öffnen der Mutterzelle). Membran vielleicht zweischalig (?), vor dem Austritt der Autosporen etwas gedehnt und vielleicht etwas erweicht.

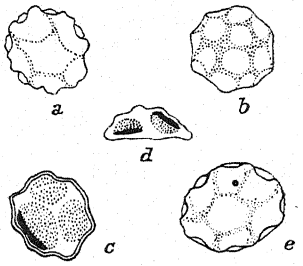


Fig. 427. *Chlorogibba trochisciaeformis*: *a*, *b* und *e* Zelle von außen; *d* von der Schmalseite; *d* mit eingezeichneten Chromatophoren (nach GEITLER).

Chlorogibba ist mit *Vischeria* nahe verwandt und stellt gewissermaßen eine halbkugelige Ausgabe von *Vischeria* dar. Daß diese Auffassung richtig ist, geht daraus hervor, daß bei *Vischeria* gelegentlich halbkugelige, völlig *Chlorogibba*-artige Zellen auftreten, die dadurch zustande kommen, daß bei zwei Autosporen diese sehr lange von der Mutterzellhaut zusammengehalten werden und sich an den Berührungsflächen sehr stark abplatten. Nicht selten wachsen sie von der Mutterzellhaut umschlossen heran und verändern dann nach ihrem Freiwerden die halbkugelige Zellform nur mehr wenig oder überhaupt nicht mehr (siehe S. 556, Fig. 410 *b*) bei *Vischeria*.

Ob irgendwelche Beziehungen zu der gleichfalls einseitig entwickelten *Schilleriella* bestehen, ist fraglich. Man könnte aber mangels einer besseren Ableitung *Schilleriella* auffassen als eine axial etwas in die Länge gezogene *Chlorogibba*, die am Rande des nicht abgerundeten Vorderendes Borsten entwickelt hat, die vielleicht im Zusammenhange mit dem planktontischen Leben von *Schilleriella* stehen.

GEITLER führt in seiner Beschreibung der Gattung *Chlorogibba* als unsichere Heterokonte an. Was ich davon sah, spricht

nach Skulptur der Membran, Beschaffenheit der Chromatophoren und der Assimilate wie auch nach der Form der Schwärmer eindeutig für die Heterokontennatur der Gattung.

Chlorogibba hat ebensowenig wie *Vischeria* Parallelausbildungen unter den anderen Algenreihen (nach unserer derzeitigen Kenntnis).

Die Systematik der Arten ist wegen unserer geringen Kenntnisse natürlich recht fragwürdig. Es macht ganz den Eindruck, als ob sich die Formenkreise von *Vischeria* hier unter Zugrundelegung der Halbkugelgestalt wiederholen würden. Buckel ohne sehr regelmäßige Anordnung: *Chlorogibba trochisciaeformis* entsprechend *Vischeria stellata*; wenige breite Buckel, welche eine Lappung des Querschnittes der Zelle hervorrufen: *Chlorogibba pentagonia* entsprechend *Vischeria gibberula*; mehr regelmäßig verteilte Buckel wie z. B. *Chlorogibba ostreata*, die etwa einer halben *Vischeria gemma* oder *V. regularis* entspricht. In diese Parallelausbildung paßt sehr schön eine nur wenig gesehene Form mit sehr regelmäßig verteilten, dabei vier-, fünf- oder sechsstrahlig ausgerichteten Buckeln (siehe Fig. 434), die halben *Vischeria-regularis*-Zellen fast völlig entsprechen. Auch *Chlorogibba*-Formen (*Chl. aculeata*) mit fast kegelförmig-spitzen Buckeln (Fig. 436) wurden gesehen; sie entsprechen z. B. *Vischeria aculeata*.

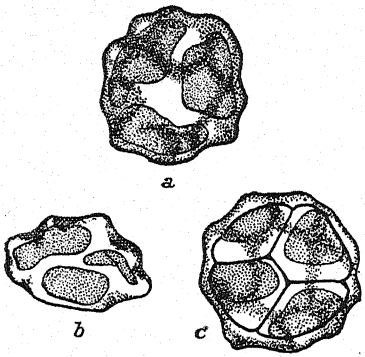


Fig. 428. *Chlorogibba trochisciaeformis: a* von der Breitseite; *b* von der Schmalseite; *c* Vermehrungsstadien (nach GEITLER).

I. Zellen mit flacher bis vorgewölbter[1]) Vorderfläche, im allgemeinen unregelmäßig buckelig . . . . . **Chlorogibba trochisciaeformis 1.**

II. Zelle durch die konvexe Vorderfläche schüssel- bis tief napfförmig.

1. Buckel ziemlich unregelmäßig verteilt . . . . **Chlorogibba ostreata 2.**
2. Buckel sehr regelmäßig verteilt[1]).

A. Zellen acht- bis zwölfstrahlig, am Rande sehr regelmäßig gewellt[1]) **Chlorogibba regularis 3.**

B. Zellen ausgesprochen fünfstrahlig, mit sehr breiten Randlappen **Chlorogibba pentagonia 4.**

---

[1]) Vgl. auch *Chlorogibba aculeata* S. 581, Fig. 436 mit spitzen Buckeln,

1. Chlorogibba trochisciaeformis GEITLER (1928) (Fig. 427–430).

GEITLER, Arch. Prot. **63** (1928) 78, 82.

Abb.: GEITLER, a. a. O. (1928) 79, Fig. 7; Taf. 7, Fig. 4–6. — PASCHER, ebenda **69** (1930) 436, Fig. 34 (Kopie).

Zellen von der Breitseite polygonal (manchmal angedeutet achtseitig), mit leicht eingedrückten Seiten, annähernd symmetrisch bis deutlich unsymmetrisch, von der Querseite annähernd halbkugelig mit ebenfalls grob welligem Umriß. Querfläche leicht gewölbt oder flach, soweit beobachtet, nicht muldenförmig. Membran sehr derb, manchmal rötlich verfärbt,

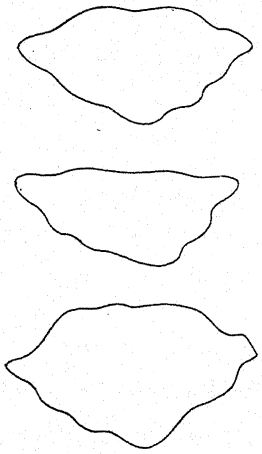


Fig. 429. *Chlorogibba trochisciaeformis:* drei verschiedene Zellumrisse von der Schmalseite.

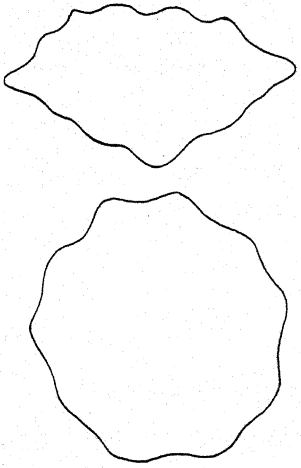


Fig. 430. *Chlorogibba trochisciaeformis:* Zellen von der Schmal- und von der Breitseite mehr oder weniger achtstrahlig regelmäßig, auch von der Schmalseite relativ regelmäßig (vielleicht eigene Form).

stark glänzend, vielleicht skulpturiert, möglicherweise Skulptur sehr zart. Chromatophoren zwei bis fünf, meist jedoch zwei bis drei, vielleicht im Prinzipe nur einer, der sehr zerlappt oder auch ganz zerteilt sein kann; manchmal sehr blaß, oft sehr ungleich groß. Vermehrung durch Bildung von 2–4 Autosporen (vielleicht Schwärmer), deren Austritt nicht beobachtet wurde. Junge Zellen manchmal halbkugelig mit fast ebener Wand. Gelegentlich in den Autosporen kontraktile Vakuolen, andere Stadien nicht beobachtet.

Größter Durchmesser der Zellen 7–9 μ.

Vorkommen: Verbreiteter Organismus. Beschrieben aus den Kalthausbecken der Biologischen Station in Lunz a. See;

wiederholt in Böhmen (Musikantenteiche in Hirschberg, Großteich), Franzensbad (Böhmerwald). Oft in saueren Gewässern, sehr häufig im schleimigen Aufwuchs von Wasserpflanzen, sehr leicht zu übersehende Form. Ökologische Spannweite anscheinend sehr groß.

2. **Chlorogibba ostreata** Pascher (1930) (Fig. 431–433).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 435.

Abb.: Pascher, ebenda **69** (1930) 434, Fig. 31*b*, *c*, *d* (nicht *a*).

Zellen von der Breitseite polygonal bis kreisförmig, mit welligem Umriß, meistens undeutlich stumpf, 8- bis 12-lappig. Von der Schmalseite halbkreisförmig, mit welligem Rande. Querfläche tief eingedrückt, so daß die ganze Zelle oft tief napfförmig (mit stumpfem Rande) wird. Zelle mit vielen, nicht regelmäßig verteilten Ausbeulungen versehen, welche der im Prinzip

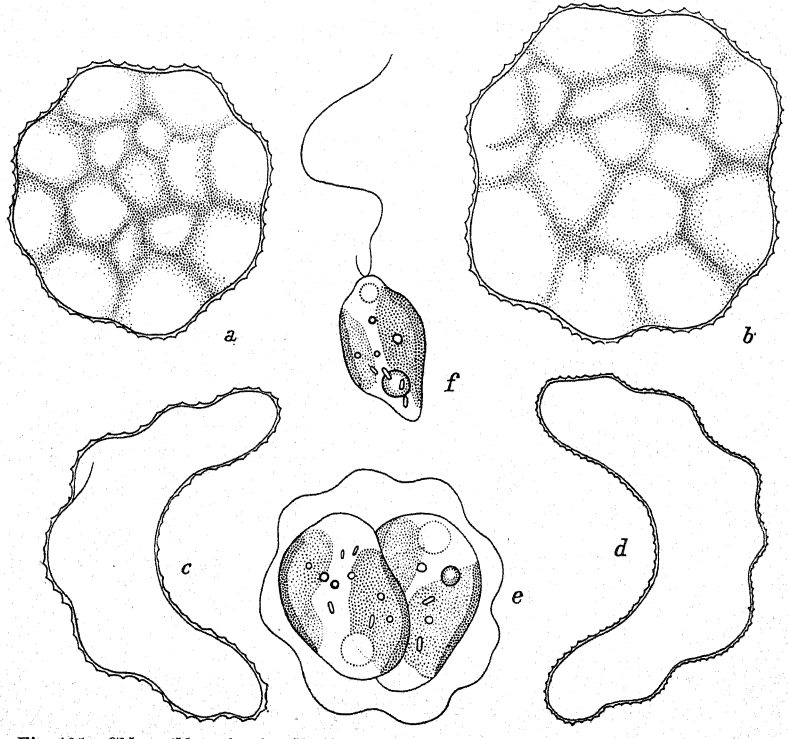


Fig. 431. *Chlorogibba ostreata:* die tiefe Napfform *a*, *b* von der Unterseite (beachte die unregelmäßigen Buckel!); *c*, *d* von der Schmalseite; *e* Schwärmerbildung; *f* frei gewordener Schwärmer.

kreisförmigen Zelle diese Lappungen geben. Membran meist sehr deutlich, seltener sehr undeutlich skulpturiert. Bei manchen Formen die Netzpunkte etwas dornenförmig vorgezogen. Chromatophoren einer oder 2–5, scheibchenförmig bis muldenförmig, oft sehr blaß, oft sehr ungleich groß. Im Prinzipe ein Chromatophor, der in Lappen zerfällt. Rote Ölpunkte vorhanden. Vermehrung durch Bildung von 2–4 kleinen, ei- bis birnförmigen, amöboid veränderlichen Schwärmern mit sehr langer Haupt- und winziger Nebengeißel, meist nur einer, seltener zwei Chromatophoren. Häufiger werden Autosporen gebildet, die, soweit beobachtet, noch innerhalb der Mutterzelle schüsselförmige Gestalt annehmen.

Zellen 8–12 μ im Durchmesser.

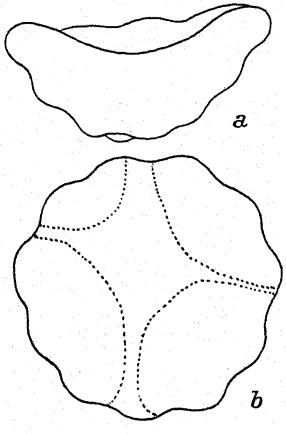


Fig. 432. *Chlorogibba ostreata:* *a* Zelle von der Schmal-; *b* von der Breitseite.

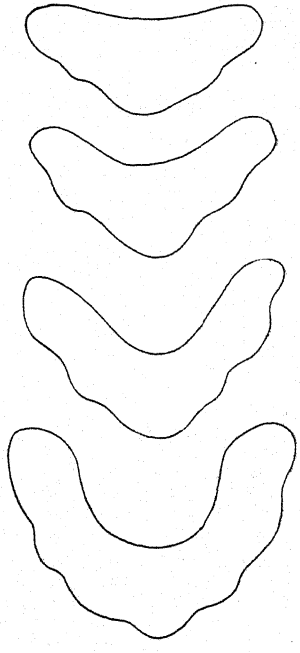


Fig. 433. *Chlorogibba ostreata:* vier verschiedene Zellen mit sehr verschieden weitgehender Napfform.

Vorkommen: Aus verschieden sauren Gewässern um Hirschberg im Böhmerwald, um Franzensbad, aus dem Kaiserwald in Böhmen, aus dem Erzgebirge und auch aus dem Riesengebirge. Meistens zwischen Moosen, im Algenschleim des Aufwuchses verschiedener Wasserpflanzen. Vielleicht verbreitete, doch immer seltene Form. Bei *Chlorogibba ostreata* treten nicht selten sehr blasse, fast farblose Formen auf, möglicherweise kann diese Art auch chromatophorenfrei vorkommen.

3. Chlorogibba regularis (Fig. 434, 435).

Zellen von oben gesehen schwach, doch sehr regelmäßig wellig, 8–12strahlig, im Prinzip kreisrund. Vorderfläche eingedrückt, dadurch Zellen mehr oder weniger napfförmig, doch auch vorgewölbt. Untere Seite sehr regelmäßig mit stumpf kegelförmigen, zum Teil parallel zur Längsachse ausgerichteten Buckeln versehen. Der axiale Buckel meist deutlich größer, die anderen Buckel etwas kleiner, in einem oder zwei verschieden zähligen Kränzen um den zentralen Buckel angeordnet. Zellen von unten gesehen mit sehr regelmäßiger Verteilung der Buckel (Fig. 435). Zellinhalt wie bei den anderen Arten. Chromatophor einer, stark gelappt oder völllg in mehrere Chromatophoren aufgelöst. Zellwand manchmal deutlich braun verfärbt.

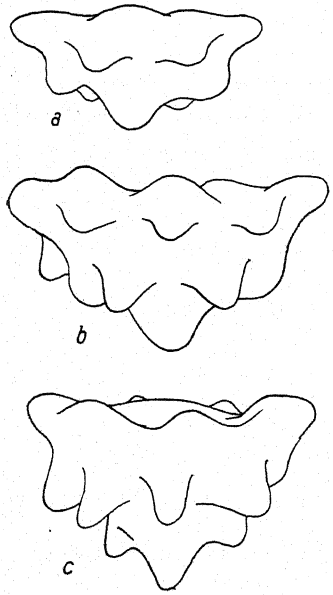


Fig. 434. *Chlorogibba regularis:* Drei Zellen mit sehr regelmäßiger Anordnung der Buckel.

Zellen bis 14 μ im Durchmesser. Auch diese Art scheint in zwei Größenklassen vorzukommen: 6 bis 9 μ und 11–14 μ.

Vorkommen: Im Aufwuchse der Wasserpflanzen im Schlamme anderer Algen. Aus leicht sauren Wiesengräben im bayrischen Walde (Zwiesel, Äcker).

An *Chlorogibba regularis* kann eine Form angeschlossen werden, deren Buckel nicht abgerundet stumpf, sondern spitz sind. Die Vorderfläche der Zelle ist nicht eingedrückt, sondern flach oder manchmal sogar etwas emporgehoben und ebenfalls mit spitzen Buckeln versehen. Wie bei *Chlorogibba regularis* sind auch hier die axialen Buckel stark betont. Durch die gelegentliche Vorwölbung der Vorderfläche wird der Zellumriß manchmal fast deltoidisch (***Chlorogibba aculeata*** [Fig. 436]). Zellen 10–12 μ messend.

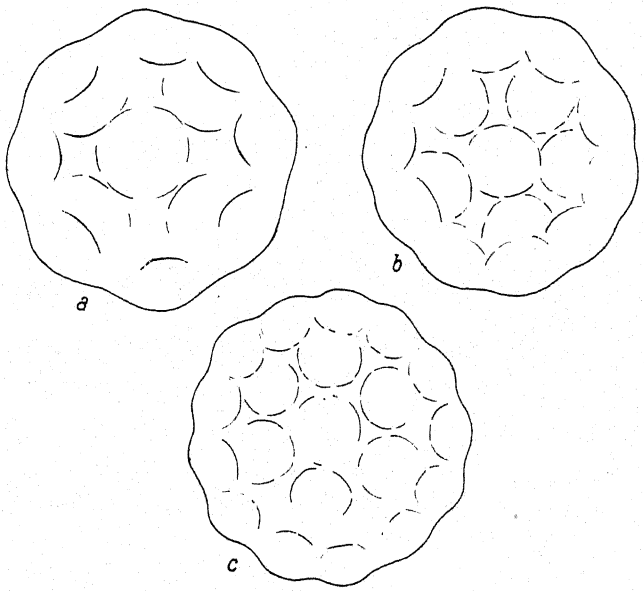


Fig. 435. *Chlorogibba regularis:* drei Zellen von unten gesehen. Die Zellen unterscheiden sich in der Zahl der Buckel und der Buckelkränze.

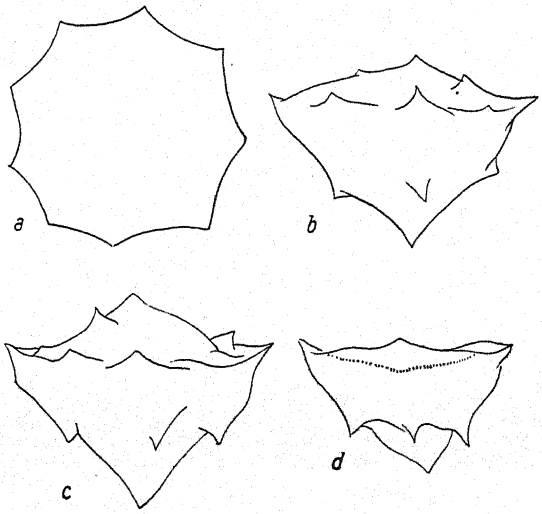


Fig. 436. *Chlorogibba aculeata: a* Zelle von oben; *b–d* von der Seite.

4. Chlorogibba pentagonia (Fig. 437–439).

Zellen von der Breitseite ausgesprochen dadurch fünfstrahlig, daß der Rand deutlich fünf regelmäßig gestaltete basale Lappen zeigt, die an ihren Enden entweder abgerundet oder leicht konkav eingedrückt sind. Von der Schmalseite gesehen: Querfläche immer leicht eingedrückt und dadurch die ganze Zelle leicht schüsselförmig. Zelle mit wenig großen Buckeln versehen, einer in der Mitte der Außenfläche der Zelle, fünf konzentrisch

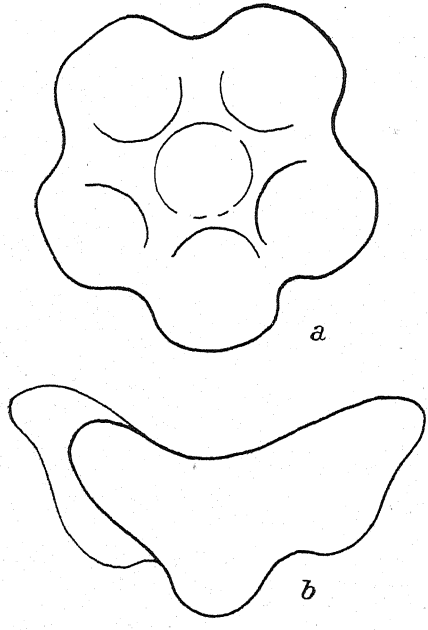


Fig. 437. *Chlorogibba pentagonia:* *a* Zelle von unten und *b* von der Seite.

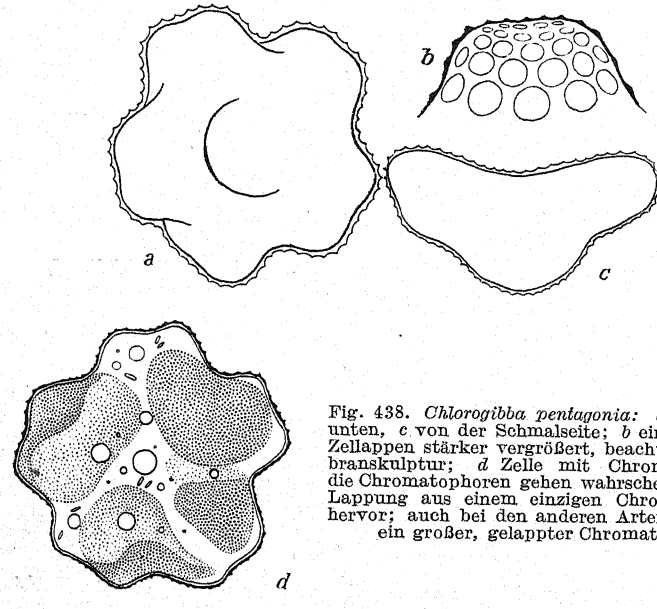


Fig. 438. *Chlorogibba pentagonia:* *a* Zelle von unten, *c* von der Schmalseite; *b* einer der fünf Zellappen stärker vergrößert, beachte die Membranskulptur; *d* Zelle mit Chromatophoren; die Chromatophoren gehen wahrscheinlich durch Lappung aus einem einzigen Chromatophoren hervor; auch bei den anderen Arten öfters nur ein großer, gelappter Chromatophor.

um diesen Mittelbuckel. Diese fünf Buckel vielleicht direkt in die fünf Lappen der Zelle auskeilend. Membran meistens sehr derb, mit sehr unregelmäßiger, oft sehr grober und daher sehr deutlicher Skulptur, stark glänzend und oft rötlich verfärbt. Chromatophoren meist einer, tiefgelappt bis zerteilt, dann drei bis fünf. Vermehrung durch Autosporen beobachtet. Autosporen zu zwei oder vier, mit kontraktilen Vakuolen, bereits innerhalb der Mutterzelle annähernd die Form annehmend. Kommt ebenfalls mit sehr blassen Chromatophoren vor und erscheint manchmal ganz farblos.

Zellen bis 9–16 μ im Durchmesser. Vielleicht in zwei Größenklassen.

Vorkommen: Zwischen *Microspora* in Kolken am Pirtschenteich in Franzensbad; in den vermoorten Altwässern der Olsch im südlichen Böhmerwald und wahrscheinlich aus den Musikantenteichen bei Hirschberg; aus Gräben bei Bad Gastein.

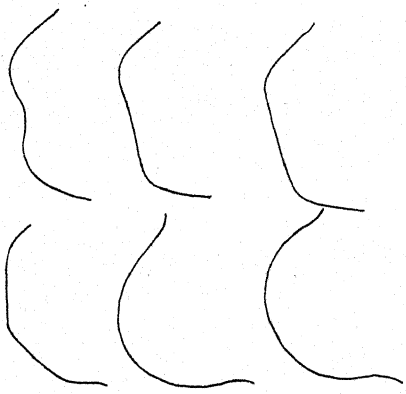


Fig. 439. *Chlorogibba pentagonia:* die fünf Lappen haben sehr verschieden geformte Enden. Verschiedene Formen dieser Lappenendung.

Tetraedrielleae.

Zellen einzeln lebend, im Prinzip tetraedrisch, wobei die tetraedrische Form nur angedeutet zu sein braucht. Diese Formen durch alle Übergänge verbunden mit Formen, die exakt tetraedrisch sind und bei denen unter Umständen die Tetraederecken lang und armartig ausgezogen sein können. Arme mit Plasmainhalt. Membran wahrscheinlich immer verkieselt und mit der charakteristischen Skulptur versehen, wobei die Netzpunkte speziell an den Kanten und Ecken zu kürzeren oder längeren Warzen oder langen Borsten ausgezogen sein können. Membran vielleicht zweischalig.

Vermehrung durch Autosporen, welche noch innerhalb der Mutterzelle die tetraedrische Form annehmen (zum Teil Zwangsformen) oder durch Schwärmer, welche zur Ruhe kommen, sich behäuten und sich in tetraedrische Zellen umwandeln.

Recht natürliche Gruppe, an die hier die in ihrer Stellung unsichere Gattung *Schilleriella* mit allem Vorbehalt angefügt wird.

Die meisten Gattungen nur unvollständig bekannt; Süßwasser- und Meeresformen.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Zellen mehr oder weniger tetraedrisch oder die Tetraedrie an kugeligen oder ellipsoidischen Zellen nur durch die Kanten angedeutet.
  1. Zellen tetraedrisch oder angedeutet tetraedrisch, die Tetraederecken nicht in lange, hohle Arme verlängert[1]).
    A. Kleine Formen, die an den Ecken und Kanten manchmal mit langen Borsten besetzt sind . . . . . **Tetraedriella 32.**
    B. Große, 20–40 μ messende Formen. . . . . **Tetragoniella 34.**
  2. Die Ecken des Tetraeders lang und armförmig verlängert; Zellen fußangelförmig . . . . . **Tetrakentron 33.**

II. Zellen halb ellipsoidisch, oberes Ende gestutzt; gegen das obere Ende dreikantig; die Kanten in kürzere oder längere Borsten ausgezogen, die mehr oder weniger in der Längsrichtung der Zelle liegen (in ihrer Stellung unsichere Gattung) . . . . . **Schilleriella 35.**

32. Tetraedriella Pascher (1930) (Fig. 434–443).

Name von *τέτρας* = vier; *τό ἕδριον* = dim. von *ἡ ἕδρα* = Fläche, Grundfläche.

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 423. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484.

Zellen einzeln lebend, in ihrer Form immer exakt tetraedrisch, wobei die Flächen nur wenig konvex zu sein brauchen oder sehr stark konvex sind, so daß im besten Falle die Zelle fast kugelig ist und die Tetraederkanten nur als leichte Leisten vorspringen. Zellen dabei isodiametrisch. Membran vielleicht zweiteilig, bei einzelnen Formen sehr derb, sonst relativ zart, deutlich skulpturiert durch sich kreuzende Reihensysteme von Tüpfeln, denen bei tiefer Einstellung eine mehr wabenartig zusammenschließende Skulptur entspricht. Skulptur sehr schwankend, bei einzelnen Formen auffallend derb und grob, bei anderen Formen sehr zart und fein. Im optischen Schnitt der Wand erscheint die Skulptur als regelmäßige Konvexkerbung. An den Kanten diese Skulptur derb. Die Ecken der Tetraeder sind manchmal leicht zahnförmig bis lang borstenförmig vorgezogen. Chromatophoren mehrere, bis fünf oder sechs (oft auch in jungen Zellen nur einer), wandständig, scheibchen-muldenförmig. Fett- und Öltropfen, vielleicht Leukosin, starkglänzende Stäbchen.

---

[1]) Die Eckborsten, die bei manchen *Tetraedriella*-Arten entwickelt sind, sind mit diesen mit Plasma erfüllten Verlängerungen der Ecken nicht zu verwechseln. Diese Eckborsten stellen solide Membranausbildungen dar.

Vermehrung durch Autosporen, die noch innerhalb der Mutterzelle die charakteristische Tetraederform annehmen. Bei jenen Formen, die fast kugelig sind, wird die definitive Zellform meist erst nach dem Austreten aus der erweichenden und verschleimenden Membran angenommen. Cysten nicht beobachtet, aber wahrscheinlich.

Bei der Teilung der Protoplasten von *Tetraedriella* konnte beobachtet werden, daß die Chromatophoren gelegentlich sehr ungleichmäßig auf die zwei oder vier Autosporen aufgeteilt werden. Diese Ungleichheit kann so weit gehen, daß eine oder die andere Autospore überhaupt keinen Chromatophor mitbekommt. Dabei kann auch der Umstand eine Rolle spielen, daß sich vielleicht nicht alle Chromatophoren und auch die sich teilenden nicht gleichmäßig teilen. Es kommen auf diese Weise farblose *Tetraedriella*-Zellen zustande. Ich konnte diese ungleiche Aufteilung der Chromatophoren auf die Sporen nicht nur an den Teilprotoplasten innerhalb der Mutterzelle sehen, es kamen mir unter den grünen auch freie *Tetraedriella*-Zellen unter, die völlig farblos waren. Das spricht dafür, daß die durch Teilungshemmung oder Teilungsstörung farblos gewordenen *Tetraedriella*-Zellen nicht ohne weiteres als lebensunfähig angesprochen werden dürfen. Trotz allem erscheint aber ihre Lebensfähigkeit nicht sehr bedeutend zu sein. Wäre ihre Lebensfähigkeit gleich der der gefärbten Zellen, so müßten farblose Zellen öfters gefunden werden. Das ist aber nicht der Fall. Ich sah sie nur ganz vereinzelt unter vielen gefärbten Zellen. Das spricht wieder dafür, daß die farblosen Zellen unter bestimmten Bedingungen zwar am Leben bleiben und wachsen, daß sie sich aber kaum in bedeutendem Maße vermehren. (Vergleiche auch den Abschnitt im Allgemeinen Teil: Reduktion des Chromatophorenapparates. [S. 112ff.].)

Die Tetraederform scheint zunächst auf die tetraedrische Form der Autosporen zurückzugehen, die allem Anschein nach eine Zwangsform ist, dadurch entstanden, daß die Protoplasten der Autosporen sich innerhalb der Mutterzelle tetraedrisch aneinander legen und abplatten. Bei den meisten *Tetraedriella*-Formen wird diese Zwangsform zeitlebens beibehalten, bei *Tetraedriella subglobosa* aber durch Ausbauchen der Flächen wieder zum Teil aufgegeben. Es sind dies die gleichen Verhältnisse wie bei der Formbildung der Sporen der Farne und

anderer Pflanzen. Es sei bemerkt, daß auch bei anderen Heterococcalen und anderen Algen, die als Autosporen zu vier entstehenden Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle leicht tetraedrische Form haben, die später aufgegeben wird. Es wäre aber verfehlt, zu glauben, daß unter allen Umständen die tetraedrische Form der Zelle auf die Abplattung im Jugendstadium zurückgehen müsse, daß also die Tetraederform eine ontogenetische Zwangsform sei. Es gibt tetraedrische einzellige Algen, die sich auch durch Schwärmer vermehren. Diese Schwärmer kommen zur Ruhe und behäuten sich, worauf die junge Zelle Tetraederform annimmt, wenn nicht die Tetraederform bereits bei der Behäutuug der Schwärmer angelegt wird. (*Tetradinium* KLEBS unter den Dinophyceen und unter den Heterococcalen *Tetragoniella* [siehe S. 600].)

Tetraedriella kann mit der ähnlichen *Tetragoniella* kaum verwechselt werden. Diese besitzt viel größere Zellen, derbere Membranen, die ebenfalls skulpturiert sind. Der Protoplast besitzt zahlreiche kleine, scheibchenförmige Chromatophoren und ist durch große Zellsafträume deutlich in peripheres und Strangplasma geschieden. Verwechselungen sind ferner auch möglich mit dreikantigen *Goniochloris*-Arten, besonders wenn *Tetraedriella* nur von einer Fläche gesehen wird. *Goniochloris* ist aber flach und kissenförmig, während bei *Tetraedriella* alle Dimensionen gleichmäßig entwickelt sind.

Tetraedriella ist völlig konvergent einer Reihe von *Tetraedron*-Arten (Chlorophyceen), die ebenfalls tetraedrische Form haben. Diese *Tetraedron*-Arten lassen sich aber leicht daran erkennen, daß sie einen rein grünen Chromatophoren haben und außerdem Stärke. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bereits einige Arten von *Tetraedriella* als *Tetraedron* beschrieben wurden.

Die Arten der Gattung lassen sich im Sinne der zunehmenden Betonung der Tetraederform, der Skulptur, der Verlängerung der Ecken in Borsten und der Vermehrung der Borsten anordnen. Es bleibt aber fraglich, ob wir die bis jetzt bekannten Arten aus diesem Grunde in eine phylogenetische Reihe bringen dürfen.

I. Zellen fast kugelig, Tetraederform nicht deutlich, nur an den vier Leisten erkennbar . . . . . **Tetraedriella subglobosa *1.***

II. Zellen deutlich tetraedrisch:

1. Ohne lange Borsten, Skulptur deutlich:

A. Tetraederflächen leicht nach innen gedrückt, Zellen ca. 8 μ groß **Tetraedriella impressa *2.***

B. Tetraederflächen meist konvex
a. Zellkanten nicht leistenförmig verbreitert **Tetraedriella acuta 3.**
b. Zellkanten leistenförmig verbreitert . **Tetraedrielle limbata 4.**
2. Mit langen Borsten; glatt oder mit sehr feiner Skulptur. Meeresformen.
A. Nur 4 Borsten, an jeder Zellecke eine **Tetraedriella quadriseta 5.**
B. Außer den Ecken auch die Kanten mit langen Borsten besetzt **Tetraedriella horrida 6.**

Neben den hier beschriebenen Arten gibt es sicher noch andere Arten des Süßwassers und des Meeres. Im Süßwasser treten wahrscheinlich Planktonten auf, die hierher zu stellen sind (siehe Bemerkung bei *Tetraedriella quadriseta* [S. 592]). Aber es gibt auch einige weitere, nicht planktontische Tetraedriellen, die ich zu wenig sah, um sie eindeutig beschreiben zu können. Vor allem leben in den schleimigen Algenmassen humussaurer Gewässer noch einige weitere z. T. winzige Formen.

1. Tetraedriella subglobosa PASCHER (1930) (Fig. 440, 441 *a*).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 424.

Abb.: PASCHER, a. a. O. S. 425, Fig. 21, 22 links.

Zellen fast kugelförmig bis leicht ellipsoidisch, Tetraederflächen kugelförmig vorgewölbt, so sehr, daß die Tetraederform nur mehr an den vier zarten Kantenleisten erkennbar ist.

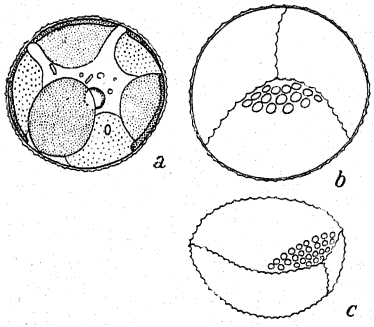


Fig. 440. *Tetraedriella subglobosa:* Zellen mehr oder weniger ellipsoidisch, doch deutliche Tetraederkanten aufweisend.

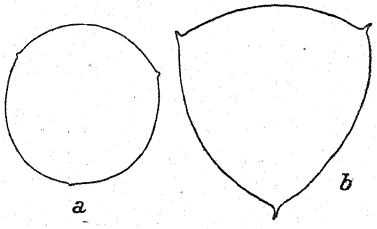


Fig. 441. *Tetraedriella; a* optischer Querschnitt von *T. subglobosa; b*) von *T. acuta.*

Membran auch bei erwachsenen Zellen meist viel zarter als bei anderen Arten, auch die Skulptur meist zarter. Bei der Autosporenbildung liegen die Zellen die erste Zeit dicht aneinander. Ihre Wände beginnen sich aber bereits in der Mutterzelle etwas auszuwölben, die Zellen nehmen aber ihre definitive Form erst

an, wenn sie aus der Mutterzelle ausgetreten sind, und sind dann den Jugendstadien ziemlich unähnlich.

Zellen 8–13 μ Durchmesser.

Vorkommen: Kolke am Pirtschenteiche bei Franzensbad i. Böhmen, Musikantenteich bei Hirschberg i. Böhmen. Auf niedere p_H-Werte eingestellt.

2. Tetraedriella impressa (Fig. 442).

Zellen sehr regelmäßig bis schief tetraedrisch. Flächen meistens etwas konvex eingedrückt, wobei die Eindrückung gegen eine oder die andere Ecke besonders betont sein kann.

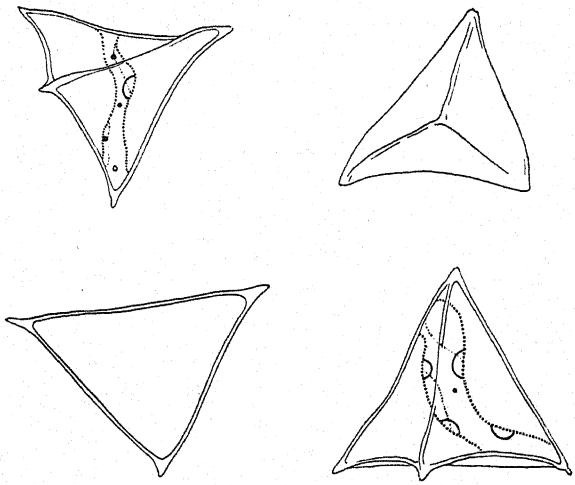


Fig. 442. *Tetraedriella impressa:* oben und unten Zellen mit Chromatophoren, links unten Zelle im optischen Querschnitt, rechts oben von einer Ecke aus gesehen.

Membran ziemlich derb, bei schwacher Vergrößerung glatt, wahrscheinlich aber eine zarte Skulptur vorhanden, die an dem geringen Material nicht aufgelöst werden konnte, an den Ecken der älteren Zellen warzig verdickt. Die Kanten leicht leistenförmig. Nicht selten die Membran rötlich gefärbt. Im Gegensatz zu den anderen Arten nicht mehrere Chromatophoren, sondern nur einer, höchstens zwei vorhanden, die entsprechend der Tetraederform der Zelle muldenförmig gestaltet sind und einander meist schief gegenüber liegen; kein Pyrenoid. Vermehrung nicht beobachtet. An jungen Zellen das Einspringen der einen oder anderen Tetraederfläche sehr stark, die Ecken aber ohne Membranverdickungen.

Zellen 8–12 μ groß.

Vorkommen: In sehr wenigen Exemplaren aus einem Tümpel auf der Packalpe in Steiermark mit schleimigen Blaualgen und *Tribonema*.

Diese Art steht der *Tetraedriella limbata* sicher sehr nahe.

3. Tetraedriella acuta Pascher (1930) (Fig. 441*b*, 443).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 424.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) 423, Fig. 20; 425, Fig. 22 rechts.

Zellen meist grob skulpturiert, mit oft derber, stark glänzender, wahrscheinlich im Alter verkieselter Membran. Skulptur an den Tetraederleisten besonders stark entwickelt. Ecken stachelförmig vorgezogen, spitz. Autosporen zu Vieren gebildet, die erste Zeit eng aneinander gepreßt und wahrscheinlich dadurch die definitive Form annehmend, im weiteren Wachstum nur an Größe zunehmend, kaum aber die Form verändernd. Chromatophoren mehrere.

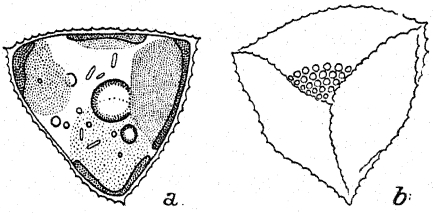


Fig. 443. *Tetraedriella acuta:* *a* optischer Längsschnitt der Zelle; *b* Zelle von außen; Membranskulptur.

Durchmesser der Zellen 9–12–16 μ.

Vorkommen: Aus dem Georgsfelder Moore; aus einem Wiesengraben bei Oberlohma-Franzensbad i. Böhmen; wahrscheinlich auf niederen p_H-Wert eingestellt.

Neben der hier beschriebenen Form gibt es eine Art, die viel kleinere Zellen hat (nur 4–6 μ) und deren Skulptur nicht ganz genau erkannt werden konnte. Nur ein Chromatophor. Daß es sich bei dieser Form nicht um Jugendstadien der typischen *Tetraedriella acuta* handelt, geht daraus hervor, daß Autosporenbildung beobachtet werden konnte. Wir haben hier wieder den Fall, daß zwei morphologisch sehr ähnliche Arten in zwei bestimmten Größenunterschieden auftreten (vgl. *Characiopsis*, *Tribonema*). Ich bezeichnete diese kleine Form als ***Tedraedriella parvula.***

4. Tetraedriella limbata (Fig. 444).

Zellen ausgesprochen tetraedrisch, manchmal mit ungleich großen Flächen. Die Flächen bauchig, oft sehr stark nach außen

gewölbt. Membran derb, mit meist sehr zarter Skulptur versehen und an den Tetraederecken zu kräftigen, oft spitzen Stacheln verdickt und ausgezogen. An den ausgewachsenen Zellen sehr häufig die Zellkanten der ganzen Länge nach saumartig verbreitert. Chromatophoren in den erwachsenen Zellen meist 3–4. Vermehrung durch Bildung von Autosporen beobachtet.

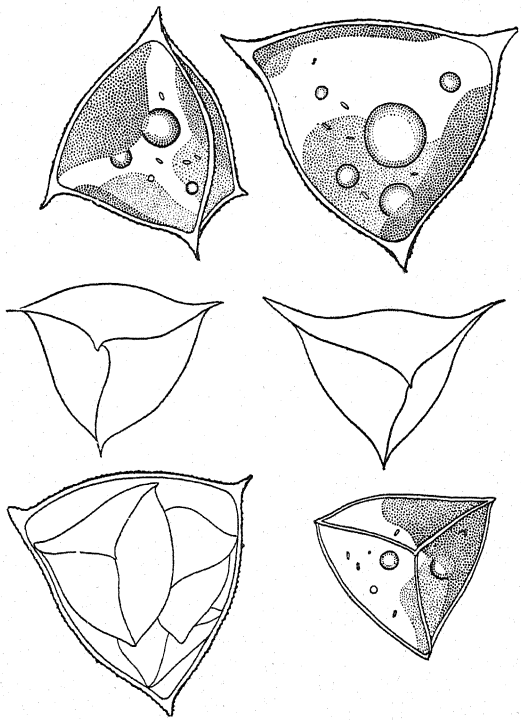


Fig. 444. *Tetraedriella limbata:* links oben ausgewachsene Zelle, von einer Kante aus gesehen; rechts oben Zelle im Querschnitt. In der Mitte zwei verschiedene Formen, links unten Autosporenbildung. Rechts unten junge, ausgetretene Zelle.

Autosporen nur mit einem Chromatophoren. Die Bildung der Membranstacheln an den Ecken und des Membransaumes an den Kanten erfolgt meistens noch innerhalb der Mutterzelle. Jugendliche Zellen zeigen die Bauchigkeit der Zellflächen nur sehr wenig und sehen dann manchmal der *Tetraedriella impressa* ähnlich.

Zellen bis 10–12 μ groß.

Vorkommen: Einmal in großer Menge aus Wiesengräben bei der Filzau im Böhmerwalde und in sehr wenigen Zellen

beobachtet aus einem Graben des Moores bei Strobl im Salzkammergute.

Es macht den Eindruck, als ob auch diese Art in zwei Formen auftreten würde, in einer Form, die etwas größer ist, kräftige Membranstacheln, aber einen sehr schwachen Leistensaum hat, und eine Form, welche etwas kleiner ist und neben den kräftigen Membranstacheln auch die Leisten stark saumartig verbreitert hat.

5. Tetraedriella quadriseta Pascher (1932) (Fig. 445, 446, 447).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 213.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) 213, Fig. 19, 20; 214, Fig. 21.

Zellen sehr schön, wenn auch oft etwas ungleichseitig tetraedrisch. Flächen leicht vorgewölbt, doch manchmal leicht verbogen. Kanten des Tetraeders sehr deutlich. Membran zart;

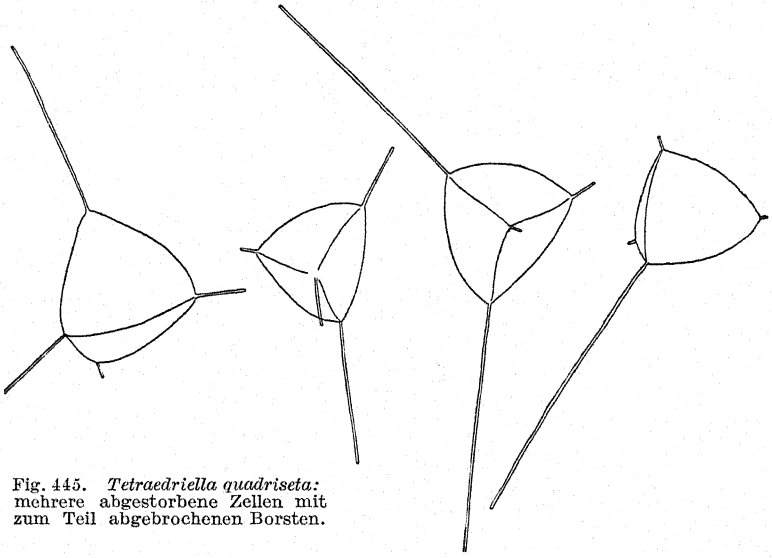


Fig. 445. *Tetraedriella quadriseta:* mehrere abgestorbene Zellen mit zum Teil abgebrochenen Borsten.

wahrscheinlich mit Skulptur, diese jedoch nicht mit Sicherheit festgestellt. Membran an den Zellkanten nicht besonders stark verdickt. An jeder der vier Tetraederecken eine lange, manchmal etwas geschwungene, sehr zarte Borste, die bis viermal länger ist als eine Zellkante. Borsten sehr brüchig, so daß niemals Zellen mit vier vollständig erhaltenen Borsten beobachtet werden konnten. 1–4 wandständige, plättchenförmige Chromatophoren. Ein Chromatophor nur selten. Zellen mit vier Autosporen gesehen.

Zellen 6–11 μ, meist nur 8 μ; Borsten bis 15–25 μ messend.
Vorkommen: Adria, Nähe der Insel Arbe. Planktont.

Auf den Borsten sitzt häufig eine winzige, farblose Flagellate.

Die gesehenen Formen von *Tetraedriella quadriseta* scheinen nicht völlig zusammenzugehören. Manchmal scheinen die Borsten stabförmig und gegen das Ende nicht verschmälert, manchmal nadelförmig zu sein. Einmal kam eine sehr derbwandige Zelle mit vielen Chromatophoren unter. Gelegentlich kommen auch Zellen vor, die viel größer sind (vgl. die Fig. 446 u. 447).

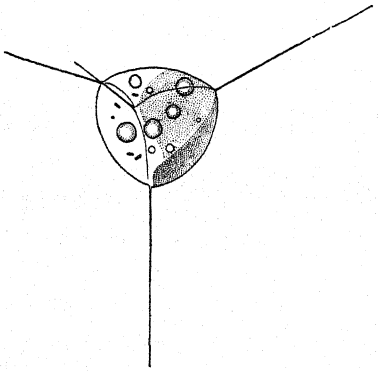


Fig. 446. *Tetraedriella quadriseta:* kleine, zartere Form, die vielleicht eine eigene Art darstellt.

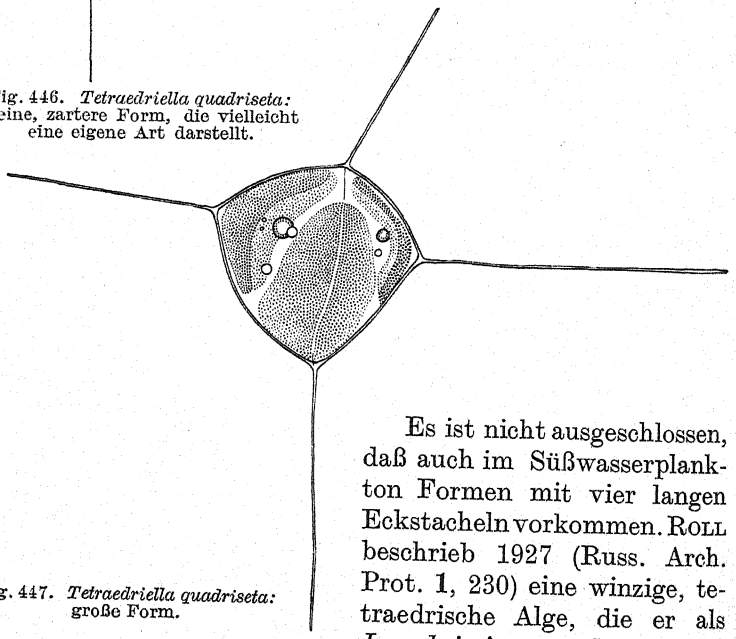


Fig. 447. *Tetraedriella quadriseta:* große Form.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch im Süßwasserplankton Formen mit vier langen Eckstacheln vorkommen. Roll beschrieb 1927 (Russ. Arch. Prot. 1, 230) eine winzige, tetraedrische Alge, die er als *Lagerheimia tetraedriensis* beschrieb (Taf. 15, Fig. 7). Leider war er nicht in der Lage, Chromatophoren und Assimilate zu studieren. Die Zellen maßen 4–5 μ im Durchmesser, die Stacheln waren 13,5 μ lang. Ganz ähnliche Zellen, vielleicht noch etwas kleiner, sah ich aus dem Plankton der Moldau: die Zellen hatten keine glatte, sondern

eine skulpturierte Membran, die dabei verkieselt war, da die Membran im Glühreste von Planktonproben erhalten blieb. Das alles spricht für die Heterokontennatur dieser winzigen Süßwasserplanktonten. Mit *Tetraedriella quadriseta* sind diese Formen nicht identisch; diese ist fast doppelt so groß. ROLL stellt seine Form nur deshalb zu *Lagerheimia*, weil die Eckborsten seiner Form am Grunde verdickt waren.

6. Tetraedriella horrida PASCHER (1932) (Fig. 448, 449, 450).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 214.

Abb.: PASCHER, a. a. O. **77** (1932) 215, Fig. 22–24.

Zellen ausgesprochen tetraedrisch, oft ungleichseitig, mit manchmal unregelmäßig vorgewölbten Flächen. Membran derb, vielleicht skulpturiert. Kanten der Zelle leicht leistenförmig, dabei kammförmig mit langen Borsten besetzt, die so angeordnet sind, daß sie von der Mitte jeder Kante aus in zu-

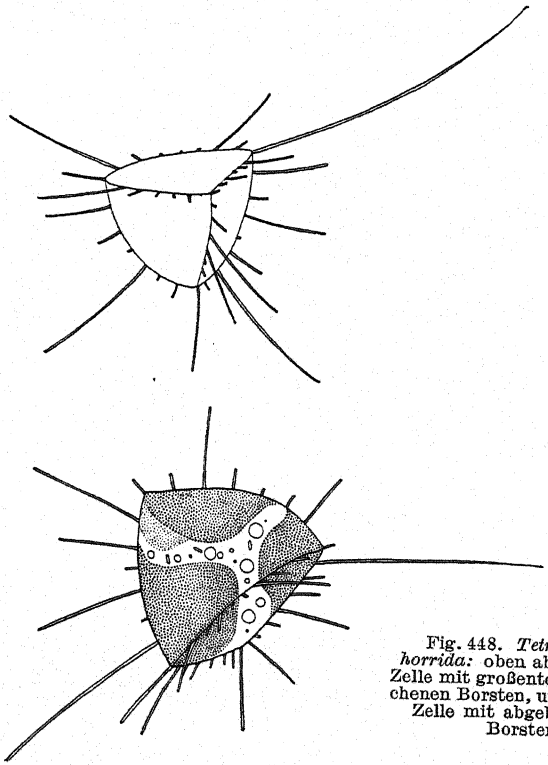


Fig. 448. *Tetraedriella horrida:* oben abgestorbene Zelle mit großenteils abgebrochenen Borsten, unten lebende Zelle mit abgebrochenen Borsten.

nehmendem Maße in die Richtung der langen Eckborste neigen, also symmetrisch zur betreffenden Mediansymmetrale stehen. Borsten sehr zart, leicht geschwungen. Eckenborsten vielleicht am längsten. Alle Borsten sehr spröde. Chromatophoren ein bis drei. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen 8–10 μ im Durchmesser, Eckborsten vielleicht bis 30 μ messend.

Vorkommen: Adria bei Ragusa, nur in zerbrochenen Exemplaren gesehen (Fig. 450 ist eine Kombinationsfigur). Planktont.

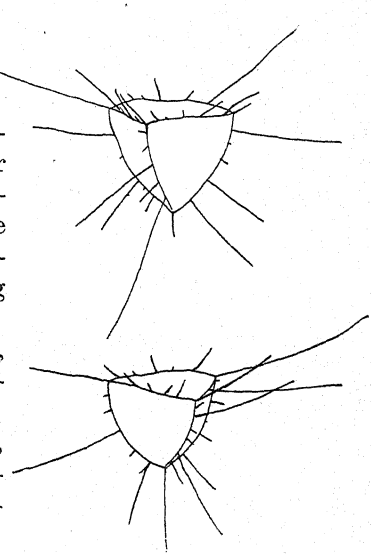


Fig. 449. *Tetraedriella horrida:* abgestorbene Zellen.

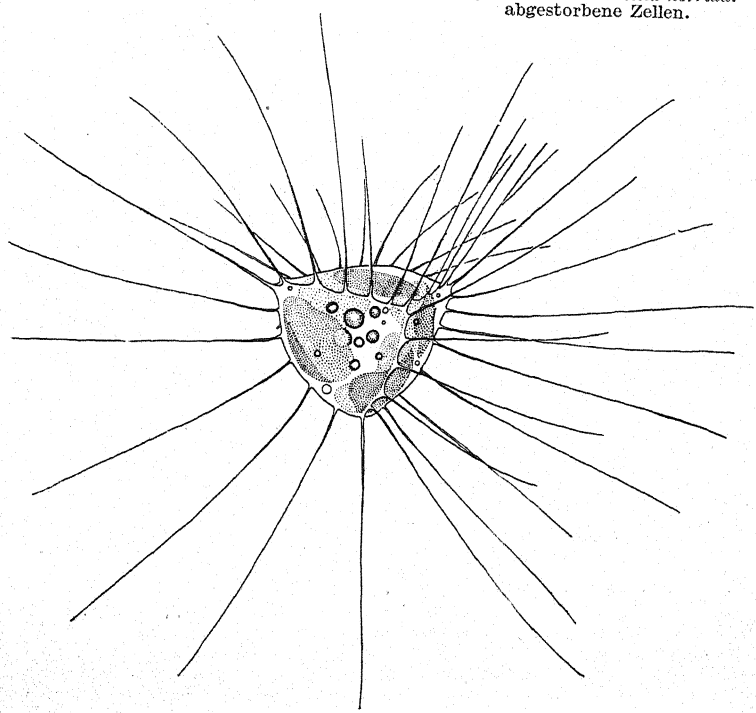


Fig. 450. *Tetraedriella horrida:* Kombinationsfigur.

Durch ihren reichen Besatz an langen Borsten erscheint *Tetraedriella horrida* als eine extrem angepaßte Planktonform; siehe Allgemeiner Teil (ab S. 183). Auch hier scheint nicht selten an den Borsten eine farblose Flagellate zu sitzen.

33. Tetrakentron (Fig. 451–456).

Name von τέτρας = vierzählig; τὸ κέντρον = der Stachel, der Sporn.

Zellen immer einzeln lebend, ausgesprochen tetraedrisch-vierstrahlig. Zellen in vier tetraedrisch zueinander gelagerte, derbe bis sehr dünne und zarte, oft leicht gekrümmte, stumpfe oder spitze Arme ausgezogen, die zentral sich zu einem relativ kleinen Zellumen vereinigen und meist nicht scharf voneinander abgesetzt sind. Die vier Arme meist gleich lang. Membran der bisher bekannten Arten, soweit gesehen, zart bis derb, bei den derbwandigen vielleicht skulpturiert, bei zwei Arten an den Enden der Arme verdickt. Chromatophoren 3–10, oft nur auf den zentralen Teil der Zelle beschränkt und nicht selten einen großen Teil der vier Strahlen völlig freilassend, wandständig, unregelmäßig scheibchenförmig, meist sehr ungleich groß und oft sehr blaß. Öltropfen, oft leuchtend rot gefärbt, kristalloide Stäbchen. Vermehrung durch Bildung von vier Teilprotoplasten, die auffallenderweise kontraktile Vakuolen und manchmal ein Stigma haben, nicht aber als Schwärmer austreten, sondern, soweit beobachtet, sich in behäutete Zellen umwandeln, die noch innerhalb der stark erweiterten Mutterzelle die eigentliche Form annehmen. Diese vier Tochterzellen haben innerhalb der erweiterten Mutterzelle eine bestimmte Lage: sie liegen tetraedrisch zueinander und je eine Tochterzelle ragt mit einem Arm in je einen erweiterten Arm der Mutterzelle herein (siehe Fig. 452*b*). Austreten dieser Autospore nicht beobachtet. Bei einer Art Sporen gesehen, die in der Einzahl gebildet, im Zentralraum der Zelle lagen und ganz stumpf polyedrisch aussahen. Membran dieser Sporen sehr derb, wahrscheinlich mehrschichtig und verkieselt. Zusammensetzung der Membran an diesen Sporen unbekannt, vielleicht zweischalig.

Da die Entleerung der Autosporen bei *Tetrakentron* nicht beobachtet werden konnte, ist es unklar, wie sich die Zelle von *Tetrakentron* öffnet. Möglicherweise ist Zweischaligkeit der Membran vorhanden.

Tetrakentron entspricht völlig gewissen Arten der Chlorophyceengattung *Tetraedron*, z. B. *T. proteiformis* oder *T.*

Schmidlei, ja es ist nicht ausgeschlossen, daß *Tetrakentron* bereits als eine *Tetraedron*-Art beschrieben ist. *Tetrakentron* sieht auch einer anderen Chlorophyceengattung *Borgea*, bis jetzt aus dem Süßwasserplankton in Schweden bekannt, recht ähnlich. *Tetraedron* und *Borgea* besitzen aber Pyrenoide und speichern Stärke. Weitgehend konvergent sind sicher unter den Protococcalen *Treubaria crassispina* G. M. Smith und ferner *Pachycladon* (G. M. Smith). Jedenfalls handelt es sich hier um einen sehr auffallenden Parallelismus in der Formbildung. Es sei noch darauf hingewiesen, daß tetraedrische Formen, allerdings mit nicht ausgezogenen Ecken auch bei anderen Algengruppen

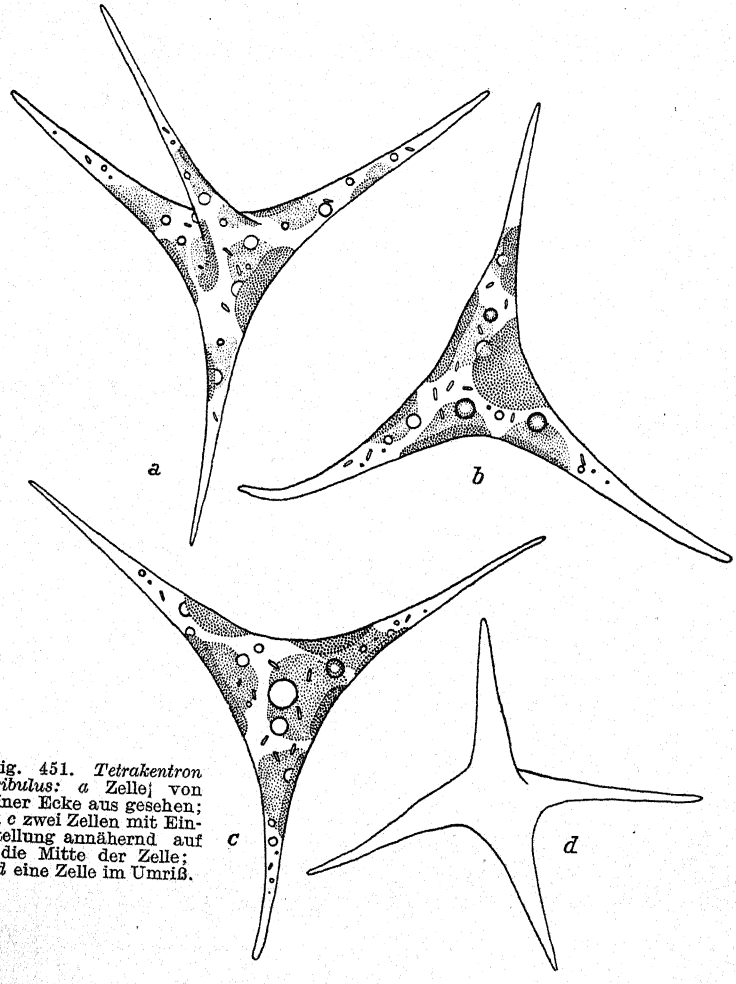


Fig. 451. *Tetrakentron tribulus:* *a* Zelle von einer Ecke aus gesehen; *b*, *c* zwei Zellen mit Einstellung annähernd auf die Mitte der Zelle; *d* eine Zelle im Umriß.

vorkommen, ich verweise auf *Tetradinium* unter den Dinophyceen und *Tetragonidium* unter den Cryptophyceen.

Die drei derzeit bekannten Arten gehören zum Teil anscheinend nicht näher zusammen. *Tetrakentron tribulus* und *T. acuminatum* stehen sich sichtlich nahe, während *T. acutum* von diesen beiden Arten stark abweicht und sich der Gattung *Tetragoniella* nähert.

I. Arme schmal und lang.
  1. Arme stumpf endend. . . . . **Tetrakentron tribulus 1.**
  2. Arme mit einem Membranstachel endend **Tetrakentron acuminatum 2.**
II. Arme derb und, bezogen auf ihre Breite, relativ kurz **Tetrakentron acutum 3.**

1. Tetrakentron tribulus (Fig. 451, 452).

Alle vier Arme gleichmäßig spreizend, meist gerade, seltener leicht gekrümmt und der ganzen Länge nach gleichmäßig gegen die Enden verjüngt, Arme daher schmal und sehr lang, mit stumpfen Enden. Membran sehr zart, vielleicht leicht verkieselt, auch an den Enden der Arme nicht verdickt. Chromatophoren 5–9, die Enden der Arme freilassend. Rote Öltropfen vorhanden. Autosporen beobachtet, sie nehmen noch innerhalb der Mutterzelle die definitive Form an. Die Teilprotoplasten besitzen kontraktile Vakuolen. Sporen nicht gesehen.

Zellen von einem bis zum anderen Armende 22–28 (seltener bis 35) μ messend.

Vorkommen: Aus Dorftümpeln bei Admont (GEITLER);

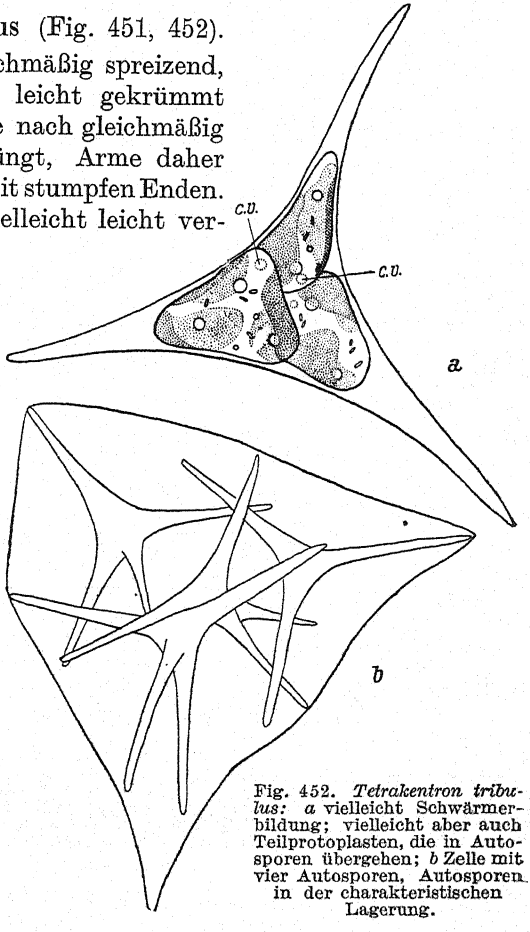


Fig. 452. *Tetrakentron tribulus: a* vielleicht Schwärmerbildung; vielleicht aber auch Teilprotoplasten, die in Autosporen übergehen; *b* Zelle mit vier Autosporen, Autosporen in der charakteristischen Lagerung.

aus einem moorigen Straßengraben bei Franzensbad i. Böhmen.

Die Alge scheint verbreitet, doch recht selten zu sein. Einmal sah ich auch Formen mit gekrümmten, nach außen gebogenen Armen.

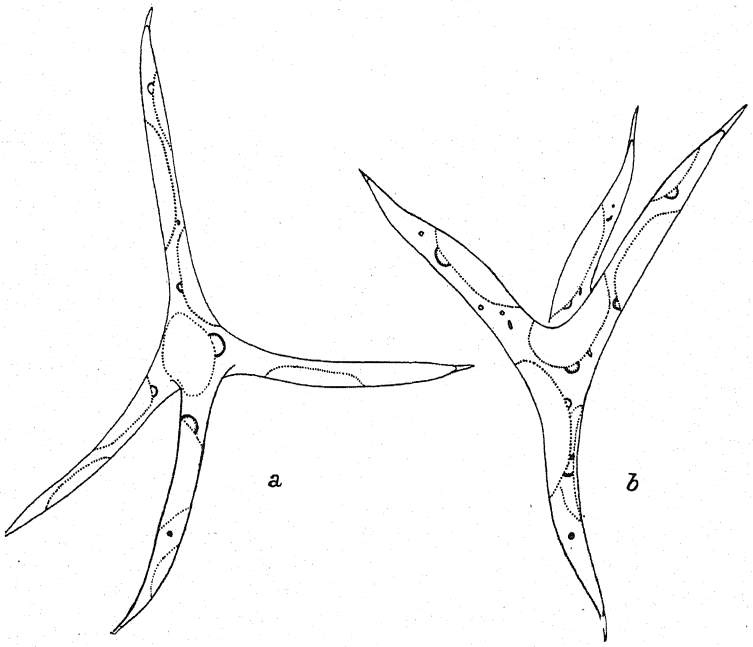


Fig. 453. *Tetrakentron acuminatum:* zwei Zellen in verschiedener Ansicht.

2. Tetrakentron acuminatum (Fig. 453, 454, 455).

Von den vier Armen manchmal drei mehr genähert. Arme relativ dick, so daß der Gegensatz zwischen Zellmitte und Armen viel weniger groß ist als bei der vorhergehenden Art. Die Arme erst im letzten Drittel verschmälert und hier mit einer derben Verdickung der sonst zarten Membran meist spitz und stachelartig endend. Arme meistens leicht gekrümmt, manchmal sogar S-förmig gebogen. Chromatophoren oft bis in die Enden der Arme reichend, wie bei der vorhergehenden Art ausgesprochen wandständig. Die endogen gebildeten vier Tochterzellen nur im entwickelten Zustand, nicht in der Entstehung beobachtet. Einige Male Sporenbildung gesehen, Sporen zentral und entsprechend der vierstrahligen Form der Zelle stumpf und

rundlich polyedrisch. Membranbau unbekannt. Keimung nicht gesehen.

Spannweite der Zellarme bis 30 μ.

Vorkommen: Erst zweimal beobachtet: aus einem Moorgraben der Soos bei Franzensbad; Wiesengräben im Böhmerwalde.

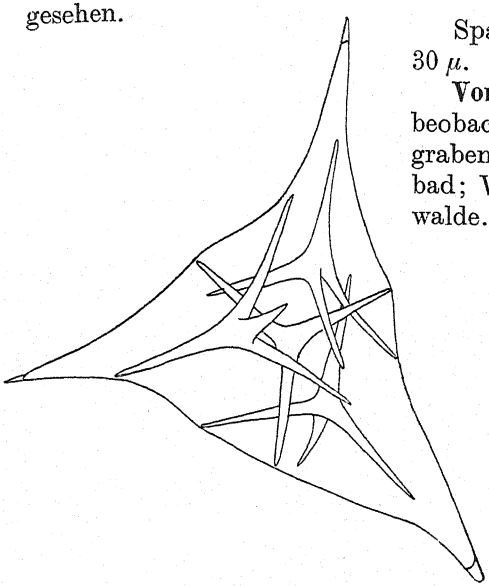


Fig. 454. *Tetrakentron acuminatum:* Bildung von vier Tochterzellen innerhalb der erweiterten Mutterzelle. Beachte die Lage der Tochterzellen.

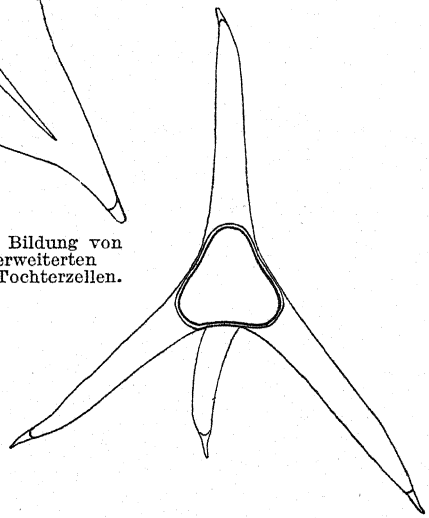


Fig. 455. *Tetrakentron acutum:* zentral eine derbwandige, polyedrische Spore.

Wie die vorhergehende Art ebenfalls aus leicht moorigem Wasser mit relativ niedrigem p_H-Wert.

3. Tetrakentron acutum (Fig. 456).

Zellen meist sehr regelmäßig tetraedrisch mit derben, gleichmäßig, manchmal kegelförmig verschmälerten und schließlich scharf-spitzen Armen. Arme im Verhältnis zu den anderen Arten sehr dick. Membran derb, skulpturiert, an den spitzen Enden deutlich verdickt, manchmal rot verfärbt. Chromatophoren mehrere, meist groß und wandständig. Rote Öltropfen vorhanden. Vermehrung nicht gesehen. Gelegentlich sind die Arme (siehe Fig. 456*c*) nicht tetraedrisch angeordnet, sondern

gegeneinander verdreht. Es kommen dann Formen zustande, wie sie bei manchen *Tetraedron*-Arten (*Protococcales*) nicht selten vorkommen.

Zellen 20–25 μ groß, doch auch kleinere Zellen beobachtet.

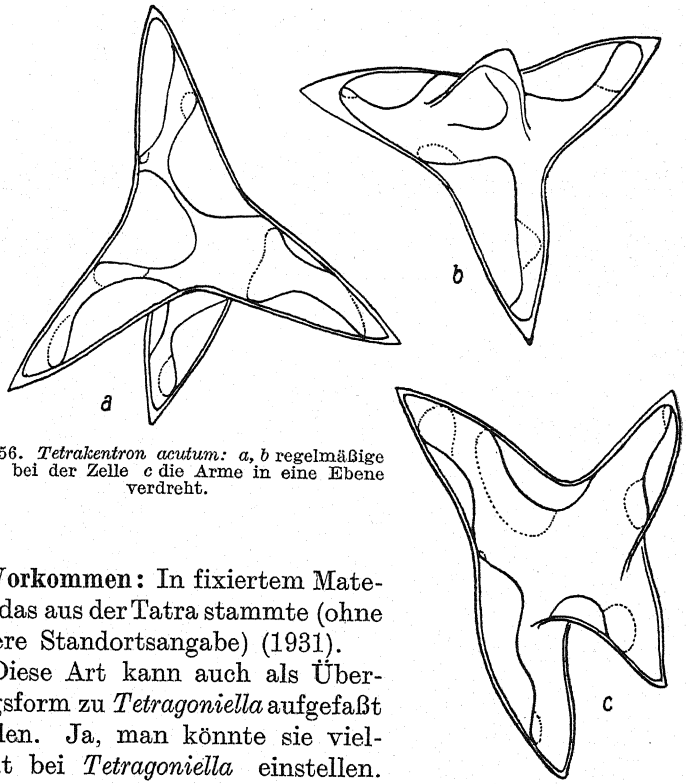


Fig. 456. *Tetrakentron acutum: a, b* regelmäßige Zelle; bei der Zelle *c* die Arme in eine Ebene verdreht.

Vorkommen: In fixiertem Material, das aus der Tatra stammte (ohne nähere Standortsangabe) (1931).

Diese Art kann auch als Übergangsform zu *Tetragoniella* aufgefaßt werden. Ja, man könnte sie vielleicht bei *Tetragoniella* einstellen.

34. Tetragoniella Pascher (1930) (Fig. 457–460).

Name von τέτρας = vierzählig; ἡ γωνία = der Winkel.

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 426. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484.

Zellen einzeln, für Heterococcalen auffallend groß und ausgesprochen tetraederförmig. Flanken des Tetraeders meistens leicht konvex, oft ein wenig zueinander verdreht. Membran sehr derb, stark glänzend, an den Ecken leicht geschichtet und diese Ecken selber in kurze oder lange, gerade oder leicht gekrümmte, spitze oder stumpfe Stacheln ausgezogen. Membran

sehr auffallend und derb skulpturiert (siehe Fig. 458 *a*, 459, 460), anscheinend bei vielen Zellen verkieselt. Ausgewachsene Zellen mit meistens zwei, drei oder vier Zellsaftvakuolen versehen, welche das Plasma in peripheres Plasma und zwischen den Zellsaftvakuolen befindliches Strangplasma zerteilen. Plasma bei schlecht genährten Zellen glashell, bei gut genährten Zellen von Öl- und Fetttropfen durchsetzt, zwischen denen oft große, rötlich oder gelblich gefärbte Öltropfen, ferner Leukosinbällchen und außerdem die bereits wiederholt besprochenen starkglänzenden, stäbchenförmigen Gebilde. Chromatophoren klein, scheibchenförmig, zahlreich, im peripheren Plasma mehr periklinal, in den Strängen mehr radiär stehend. In einer Ansammlung des Plasmas, gewöhnlich etwas exzentrisch, der meist deutlich sichtbare große Zellkern.

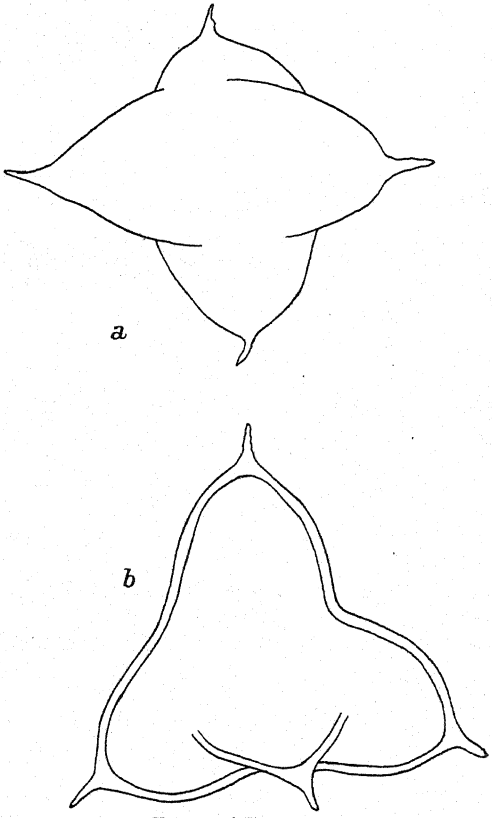


Fig. 457. *Tetragoniella gigas:* zwei Zellen in verschiedener Ansicht, beachte bei *b* die dicke Membran.

Vermehrung nicht vollständig beobachtet. Das periphere Plasma der Zelle zerfällt in viele, relativ kleine Schwärmer, die sehr metabol bis amöboid sind, 2–5 Chromatophoren besitzen, die auch binnenständig sein können. Hauptgeißel sehr lang. Die Schwärmer kommen nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe und bilden von vornherein gleich mehr oder weniger tetraedrische Zellchen, die zunächst sehr klein und dünnwandig sind, wahrscheinlich aber rasch heranwachsen. Die vollständige Entwicklung der kleinen Zellen zu den großen Polyedern konnte nicht beobachtet werden. Andere Stadien nicht gesehen.

Die Membran von *Tetragoniella* ist in alten Exemplaren sicherlich oft verkieselt. Beim Ausglühen blieb manchmal ein Kieselskelett der Alge zurück.

Tetragoniella hat so wie *Tetraedriella* infolge ihrer Tetraederform mancherlei Parallelen bei anderen Algengruppen. Möglicherweise ist *Tetragoniella* bereits als *Tetraedron* be-

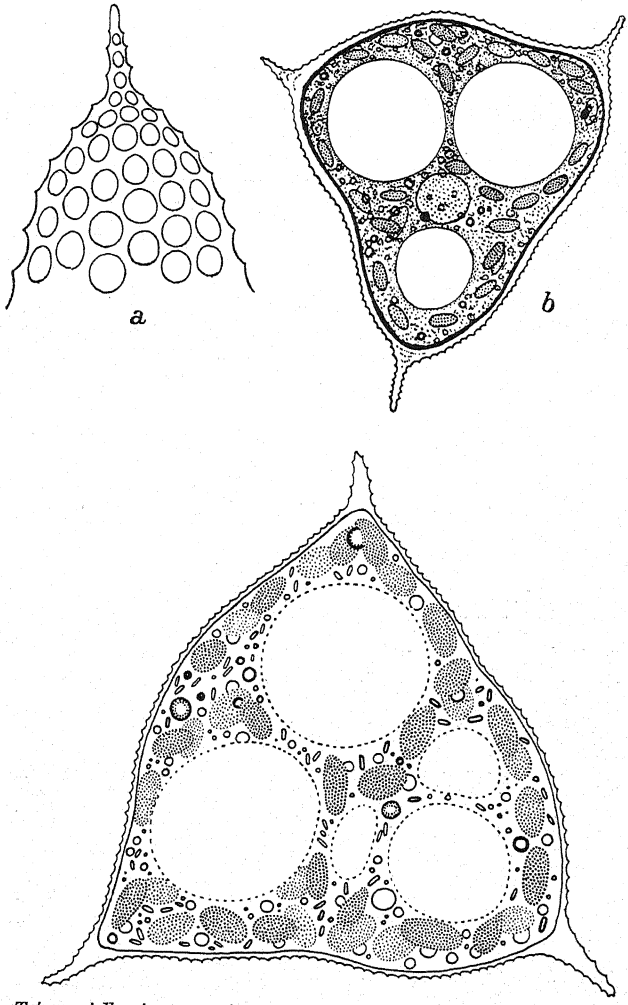


Fig. 458. *Tetragoniella gigas:* *a* eine Ecke der Zelle, Membranskulptur; Skulptur hier gestört, links Reihen im Winkel von 60 Grad rechts Reihen im Winkel von 90 sich schneidend; *b* und untere Figur: Zellen im optischen Längsschnitt, zahlreiche Chromatophoren, große Zellsaftvakuolen; beachte die zahlreichen, kleinen stäbchenförmigen „Kristalloide".

schrieben worden[1] [2]), aber die ungenügenden Beschreibungen und die unzureichenden Zeichnungen der alten Diagnosen erlauben keine gesicherte Feststellung. *Tetragoniella* hat auch unter den Dinophyceen eine weitgehend übereinstimmende Parallelform: *Tetradinium* KLEBS, das speziell in der Art *Tetradinium simplex* PASCHER bei oberflächlicher Beobachtung sehr leicht Anlaß zur Verwechslung geben kann, beonders dann, wenn das Algenmaterial fixiert ist und *Tetradinium* grün geworden ist. Verwechslungen sind ferner auch möglich mit den Polyedersporen der Hydrodictyonaceen, speziell *Hydrodictyon* selber. Diese Polyeder lassen sich trotz ihrer weitgehenden Übereinstimmung schon durch ihren oft großen Stärkegehalt unterscheiden. Die Polyeder von *Pediastrum* sehen schon in ihrer Form anders als *Tetragoniella* aus.

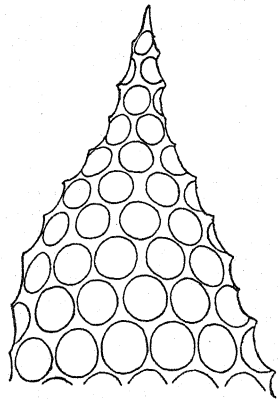


Fig. 459. *Tetragoniella gigas:* Ecke einer Zelle, sehr grobe Membranskulptur, Reihen sich im Winkel von 60 Grad schneidend.

Bis jetzt eine einzige Art:

Tetragoniella gigas PASCHER (1930) (Fig. 457–460).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 426. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484.

Abb.: PASCHER, a. a. O. **69** (1930) 427, Fig. 23; 428, Fig. 24. — FRITSCH, a. a. O. **1** (1935) 483, Fig. 159, *J–K*.

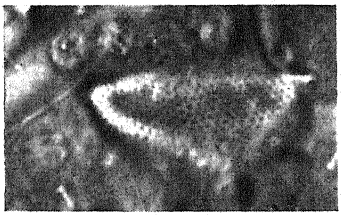


Fig. 460. *Tetragoniella gigas:* Ecke einer Zelle, schief, von der Kante aus photographiert; Skulpturreihen sich im Winkel von 60 Grad schneidend.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 30 μ groß (einzelne Zellen bis 45–50 μ).

Vorkommen: Bislang nur aus ziemlich saueren Gewässern, meistens im Schleim, der in stehenden Kolken und Tümpeln verschiedene Wasserpflanzen überzieht und dabei sehr algenreich ist; aus den Kolken bei Franzensbad i. Böhmen.

---

[1]) Speziell *Tetraedron trigonum* und besonders *Tetraedron Victoriae* var. *maior* G. M. SMITH.

[2]) *Tetraedron* geht auch unter dem Namen *Polyedrium*.

35. Schilleriella Pascher (1932) (Fig. 461–463).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 216.

Syn.: *Meringosphaera* z. T. Schiller, Arch. Prot. **36** (1916) 205. — Schiller, ebenda **53** (1926) 80.

Zellen einzeln lebend; soweit die Arten bekannt, kurzstumpfprismatisch bis walzlich, basal abgerundet, vorne aber gerade abgestutzt oder ausgerandet, seltener leicht vorgewölbt, dabei im ganzen gerade oder leicht gekrümmt. Soweit gesehen, im optischen Querschnitt basal kreisrund, unter dem oberen Ende aber manchmal ganz leicht angedeutet bis deutlich stumpf dreiseitig werdend, dadurch, daß vom Rande der Vorderfläche drei kürzere oder längere, zartere oder derbere, leicht divergierende oder zueinander fast parallele Borsten annähernd in der Längsrichtung der Zelle abgehen. Borsten glatt, Membran vielleicht skulpturiert. Protoplast mit einem oder mehreren wandständigen Chromatophoren; Vermehrung nicht gesehen. Sporen bei einer Art beobachtet: zweischalig, wobei die beiden Schalen gleich oder ungleich sein können und meistens in der Form kurzer Warzen oder Stacheln Skulpturen besitzen. Wahrscheinlich werden sie innerhalb der Zellen auch endoplasmatisch gebildet werden (Fig. 463).

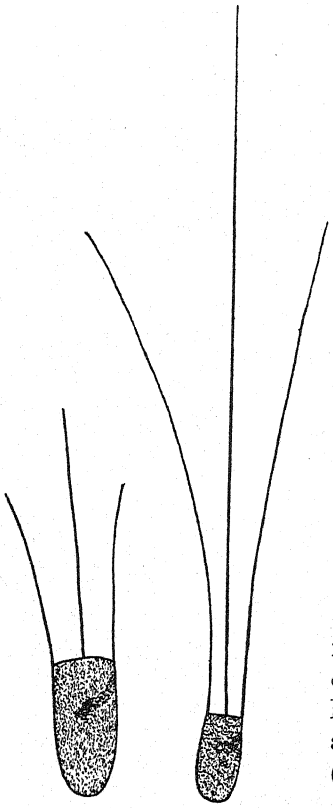


Fig. 461. *Schilleriella triseta:* (nach Schiller).

Diese Gattung wurde wegen des Borstenbesatzes zu *Meringosphaera* gestellt, scheint mir aber nicht mit ihr zusammenzugehören. Zumindest stand die eine von Schiller als *Meringosphaera triseta* beschriebene Art völlig allein innerhalb dieser Gattung. Innerhalb der Heterococcalen steht *Schilleriella* isoliert, wenn man nicht aus einer gewissen morphologischen Ähnlichkeit der Zellen an *Tetraedriella* oder auch

[1]) Nach Prof. J. Schiller, Wien, dem Erforscher der pflanzlichen Adriaplanktonten.

an *Chlorogibba* denkt, die ebenfalls bei einigen Arten eine flache obere Seite hat.

Bis jetzt nur zwei Arten bekannt:

Borsten zart, meist viel länger als die Zelle . . . . **Schilleriella triseta 1.**
Borsten derb, kaum so lang wie die Zelle . . . **Schilleriella anuraea 2.**

1. Schilleriella triseta Pascher (1932) (Fig. 461).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 216.

Syn.: *Meringosphaera triseta* Schiller, Arch. Prot. **36** (1916) 205. — Schiller, ebenda **53** (1926) 80.

Abb.: Schiller, a. a. O. **36** (1916) Fig. 9*a*, *b*. — Schiller, a. a. O. **53** (1926) Taf. 3, Fig. 4–5. — Pascher, a. a. O. **77** (1932) 217, Fig. 25 (Kopie).

Zellen kurz walzlich, basal abgerundet, vorne abgestutzt, im Querschnitt elliptisch, mit sehr zarter, dünner Membran; oberes, abgestutztes Ende mit drei sehr langen und sehr feinen, im übrigen schwer sichtbaren Borsten besetzt, von denen die zwei äußeren kürzer sind und leicht nach außen divergieren, während die dritte viel länger, dicker und mehr gerade ist. Borsten drei- bis zehnmal länger als die Zelle. Chromatophoren zwei, wahrscheinlich aber auch drei bis vier, wandständig, von schöner grüner Farbe. Weder Sporen noch Autosporen beobachtet.

Zellen 7–8 μ lang, 3–4 μ breit, Borsten 70–80 μ lang.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus der Adria bekannt. Anscheinend mehr in ausgesüßtem Wasser, da sie Schiller (1911–14) in normal salzhaltigem Wasser der Adria nur selten oder zerstreut fand. Nach Schiller perenn, vereinzelt bis reichlich, völlig untergeordnet bis mitbestimmend, einzeln bis scharenweise. Vor allem in den Engen von Kotor, Hafen von Šibenik.

2. Schilleriella anuraea Pascher (1932) (Fig. 462, 463).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 217.

Abb.: Pascher, a. a. O. **77** (1932) 218, Fig. 26, 27.

Zellen basal abgerundet, gerade oder manchmal etwas schief, vorne gerade abgestutzt, am allgemeinen ellipsoidisch bis walzlich prismatisch, doch manchmal einseitig entwickelt. Membran relativ derb. Die drei Borsten verhältnismäßig kurz, fast immer ungleich, nicht divergierend, sondern fast immer annähernd parallel zur Längsachse der Zelle orientiert: meist sehr derb, ohne daß eine dicker ist, manchmal in ihrem Verlaufe ungleich dick

und oft leichte, fast unmerkliche Krümmungen zeigend, meist deutlich derber als die Wand. Chromatophoren meist mehrere, wandständig, doch oft recht ungleich. Es ist nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich ganz farblose Zellen auftreten, da hin und wieder die Chromatophoren fast farblos waren. Vermehrung nicht beobachtet. Sporen entweder kugelig oder ellipsoidisch, beiderseits abgerundet, mit derber, stark glänzender Membran. Die beiden deckelartig aneinander schließenden Teile der Sporenwand dabei gleich groß oder ungleich; der kleinere manchmal mit derberen Warzen und Stacheln besetzt als der größere. Keimung der Sporen nicht gesehen.

Zellen fast doppelt so groß als bei *Sch. triseta*, bis 9 μ breit, 12–19μ (meist um 14μ) lang. (Einmal eine Zelle gesehen, die etwa über 20 μ maß.)

Vorkommen: In sehr wenig lebenden und mehr toten Exemplaren in der Nähe der Ombla-Mündung (Dalmatien); im Vorkommen vielleicht mit der vorstehenden *Sch. triseta* übereinstimmend.

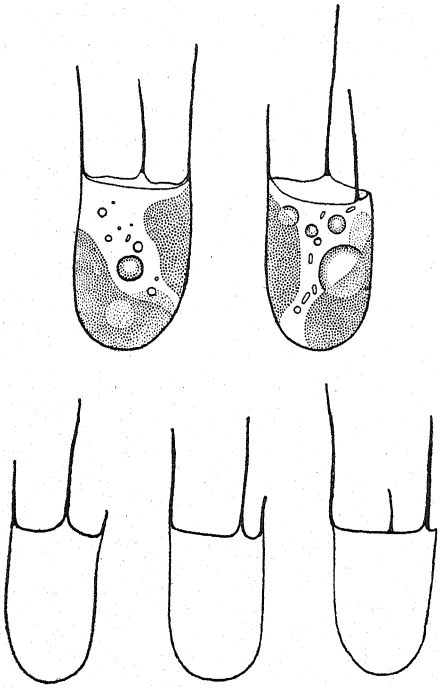


Fig. 462. *Schilleriella anuraea:* oben zwei Zellen mit Chromatophoren, unten drei Zellen in verschiedener Lage im Umriß.

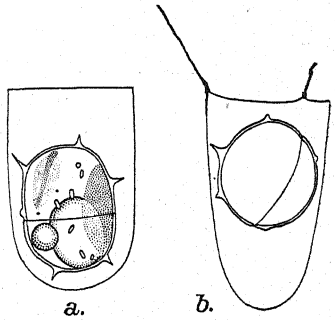


Fig. 463. *Schilleriella anuraea:* Sporenbildung, beachte die verschiedene Größe und Form der Sporen, ihre Skulptur und das ungleiche Verhältnis der beiden Membranhälften. Mutterzellen nur schematisch gezeichnet.

Goniochlorideae.

Einzeln lebende Formen. Zellen kissenförmig mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite: von der geraden oder gedrehten Breitseite aus gesehen, drei- bis vieleckig. Membran

immer skulpturiert, wahrscheinlich immer verkieselt und wahrscheinlich zweiteilig.

Die Goniochlorideen stellen eine sehr einseitige Entwicklung der *Trachychlorideae* (vielleicht über die *Tetraedrielleae*) vor.

Eine einzige Gattung:

36. Goniochloris Geitler (1928) (Fig. 464–488).

Name von ἡ γωνία = der Winkel; ἡ χλωρηίς = die Grüne.

Geitler, Arch. Prot. **63** (1928, 73–81. — Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 430–433. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484.

Zellen flach oder winsdchief verdreht, einzeln lebend, seltener nach der Vermehrung zu zweien oder zu vieren vorübergehend genähert. Deutlich dorsiventral, mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite. Von der Breitseite gesehen dreieckig bis dreistrahlig oder viereckig bis vieleckig, mit manchmal konvexen Kanten. Manchmal die Drei- bzw. die Viereckumrisse der Breitseite sehr ungleich lang, manchmal eine Seite besonders betont und die Zelle förmlich in die Länge gezogen. Von der Schmalseite gesehen die Zellen mehr oder weniger ellipsoidisch, also flach kissenförmig. Membran oft relativ derb, manchmal leicht rötlich verfärbt, wahrscheinlich aus zwei Hälften bestehend, die an den Kanten der Zelle aneinanderschließen. Oberfläche deutlich skulpturiert. Diese Tüpfelreihen schneiden sich entweder rechtwinkelig oder in einem Winkel von 60 Grad. Skulptur an den Kanten der Zellen in der Form leichter Kerbung oder Zahnung. Ecken der Zellen bei einzelnen Arten in kürzere oder längere Membrandornen zapfen- oder warzenartig vorgezogen. Membran bei alten Zellen oft verkieselt und eisengebräunt. Zellinhalt mit zwei bis fünf platten- oder muldenförmigen Chromatophoren, Fett- und Öltropfen, von denen oft einer oder zwei intensiv rot gefärbt sind. Gelegentlich auch Leukosin und vor allem stark glänzende, stäbchenförmige Gebilde.

Vermehrung durch Zwei- seltener Vierteilung des Zellinhaltes. Teilstücke entweder als sehr ungleichgeißelige, sehr metabole und auch amöboide Schwärmer austretend, oder die Teilstücke bilden noch in der Mutterzelle Autosporen, die sehr frühzeitig die definitive Form annehmen. Sporen nicht beobachtet.

In dem hier angenommenen Umfang erscheint *Goniochloris* sehr vielgestaltet, und es lassen sich innerhalb der Gattung mehrere Entwicklungslinien erkennen. Die Hauptmasse der

Arten ist dreistrahlig gebaut, doch scheinen diese dreistrahligen Formen mit den vier- und vielstrahligen Formen in Beziehung zu stehen (unter den dreieckigen Formen finden sich, doch nur selten, vereinzelte viereckige Zellen [siehe Fig. 465]). Die Frage, ob sich die dreistrahligen Formen durch Reduktion von den vier- und mehrstrahligen ableiten oder die mehrstrahligen

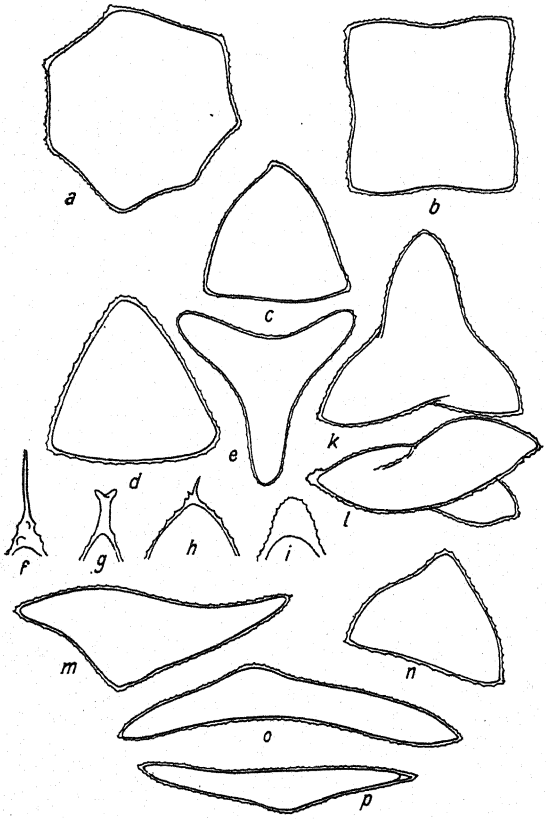


Fig. 464. Darstellung der wichtigsten Entwicklungslinien von *Goniochloris*: *a*, *b* mehr als dreistrahlige Formen: *a Goniochloris polygonia*; *b G. tetragonia*; *c–p* dreistrahlige Formen, die durch Verkürzung zweier Seiten (*m*, *n*) in gestreckte Formen (*o*, *p*) übergehen können; *c* drehsymmetrische Ausbildung: *G. laevis*; *d* reguläre dreieckige Form: *G. sculpta*; *e* dreiarmige Form: *G. pulchra*; *k*, *l* achsenverdrehte Form: durch die Verdrehung der Arme erscheinen in der Breitseitenansicht die Seitenkanten der Zelle ausgebissen: *G. cochleata*; Abwandlung der Formen in bezug auf die Membranverdickungen an den Ecken: *f G. spinosa*; *g G. tripus*; *h G. brevispinosa*; *i G. triverruca*.

sich sekundär aus den dreistrahligen entwickelt haben, ist kaum zu lösen, wahrscheinlicher erscheint der erste Vorgang. Die vielen bekannt gewordenen dreistrahligen Formen, mit denen ich mich besonders beschäftigt habe, lassen nun ebenfalls wieder sehr verschiedene Entwicklungslinien erkennen, die sich zum Teil überschneiden können. Die einfachsten Formen sind dreieckig, mit konvexen oder nur angedeutet konkaven Seiten. Durch Zunahme der Konvexität der Seiten gehen aus den

dreieckigen Formen schließlich dreiarmige Formen hervor, die in ihren Extremen schließlich nur mehr aus drei in der Mitte zusammenhängenden Armen bestehen (Fig. 472, 473).

Eine eigenartige Stellung nimmt unter diesen Formen *Goniochloris pulcherrima* ein, bei der ein geradliniger, dreieckiger Mittelraum in drei fast lineare Arme ausstrahlt, wobei die sonst flache Zelle in der Mitte aufgetrieben erscheint. Bei einigen dreistrahligen Formen sind die Seiten im gleichen Uhrzeigersinn gebogen, die Zellen werden dadurch drehsymmetrisch (*G. laevis*, *G. parvula*). Die Einbuchtung der Seitenkanten kann aber dadurch vorgetäuscht sein, daß bei einigen Arten die Zellen nicht flach kissenförmig, sondern jeweils um die Mediane im gleichen Sinne schraubig verdreht sind. Die Verdrehung äußert sich darin, daß die Breitseiten breit bis schmal ausgebissen erscheinen.

Bei den meisten dreieckigen *Goniochloris*-Arten sind die drei Kanten gleich oder nur wenig an Länge verschieden. Bei einer Art, *Goniochloris irregularis*, sind 2 Seiten zwar untereinander ungleich, aber immer kürzer als die dritte. Es entstehen dadurch schief unregelmäßige Formen, die schließlich dadurch, daß die beiden kürzeren Kanten zusammen kaum länger als die dritte Kante sind, gestreckte, spindelförmige bis *Closterium*-artige Zellen ergeben, die ohne Kenntnis des Zusammenhanges kaum mehr in Beziehung zu *Goniochloris* gebracht werden könnten.

Die Skulptur variiert von fast glatten Membranen bis sehr grob skulpturierten Membranen, wobei sich an den Ecken kürzere oder längere Dornen, mächtige Warzen oder sogar verlängerte Zapfen bilden können, die wieder in zwei oder drei Hörnchen ausgehen. Völlig isoliert steht *Goniochloris ophidiaster* (Fig. 491), die wahrscheinlich gar nicht mit *Goniochloris* verwandt ist und nur extrem konvergent ist.

Bestimmungsschlüssel der Arten[1]):

I. Zellen dreieckig bis dreistrahlig . . . **Subgen.: *Goniochloris* s. str.**
  1. Zellen flach, alle drei Ecken der Zelle meist in einer Ebene.
    A. Zellen dreieckig, nicht dreiarmig.
      a. Zellen sehr klein, 4–6 μ, grob skulpturiert, seltener glatt **Goniochloris parvula *1.***
      b. Zellen größer.

[1]) Der Schlüssel reicht nicht aus! Verwechslung mit *Tetraëdron*-arten (*T. punctulatum* z. B.) möglich.

α. Membran fast glatt, Zelle meist drehsymmetrisch **Goniochloris laevis 2.**

β. Membran deutlich bis grob skulpturiert.

* Ecken ohne warzige und dornige Verdickungen.

\+ Zellen ziemlich regelmäßig, Seitenkanten ziemlich gleichlang . . . . . **Goniochloris sculpta 3.**

++ Seitenkanten meist recht ungleich, Zellen daher schief **Goniochloris irregularis 4.**

** Ecken mit dornigen, warzen- oder zapfenartigen Verdickungen.

\+ Ecken breit warzenartig verdickt, Zelle oft unregelmäßig dreieckig . . . . **Goniochloris triverruca 5.**

++ Ecken anders gestaltet.

° Ecken dornig.

§ Meist zwei kurze ungleiche Dornen an den Ecken . . . . . **Goniochloris brevispinosa 6.**

§§ An jeder Ecke je ein langer Dorn, manchmal noch ein kurzer, 2. Dorn **Goniochloris spinosa 7.**

°° Ecken zapfenartig ausgezogen, Zapfen in zwei bis drei Spitzchen endend . **Goniochloris tripus 8.**

B. Zellen durch Einbuchtungen der Seiten mehr oder weniger dreiarmig[1]).

a. Zellenden breit stumpf.

α. Einbuchtungen der Seiten sehr gleichmäßig, Mittelraum der Zelle nicht aufgetrieben . . . . . **Goniochloris pulchra 9.**

β. Mittelraum der Zelle, von der Breitseite aus gesehen, geradlinig dreiseitig begrenzt, Zelle in der Mitte deutlich aufgetrieben . . . . . **Goniochloris pulcherrima 10.**

b. Zellarme scharf spitz, oft mit einem Dorne endend, Arme oft sehr dünn . . . . . **Goniochloris triradiata 11.**

2. Zellen nicht flach, die drei Zellecken dadurch nicht in einer Ebene, daß die Zellen je um die Mediane im gleichen Sinne verdreht sind. Durch die Verdrehung der Ecken erscheinen die Seiten ausgebissen bis ausgerandet.

A. Zellen mehr dreieckig, bis 11 μ groß, Seiten wenig tief ausgebissen, **Goniochloris torta 12.**

B. Zellen fast dreiarmig, bis 18 μ groß, Seiten tief ausgebissen **Goniochloris cochleata 13.**

II. Zellen vier- bis vieleckig . . . . . **Subgen. *Polygoniochloris*.**

1. Zellen meist regelmäßig viereckig . . . **Goniochloris tetragonia 14.**
2. Zellen fünf- bis zehneckig, mit oft ungleichen Seiten **Goniochloris polygonia 15.**

---

[1]) Vgl. die in ihrer Stellung unsichere *Goniochloris ophidiaster* (Fig. 491).

1. Goniochloris parvula (Fig. 465).

Zellen regelmäßig stumpf bis spitz dreieckig, manchmal unregelmäßig, selten auch vier- und fünfeckig. Membran derb, fast glatt bis sehr grob skulpturiert (sehr grobe Dellen mit sehr grobem Maschenwerk), an den Ecken oft kurzspitzig

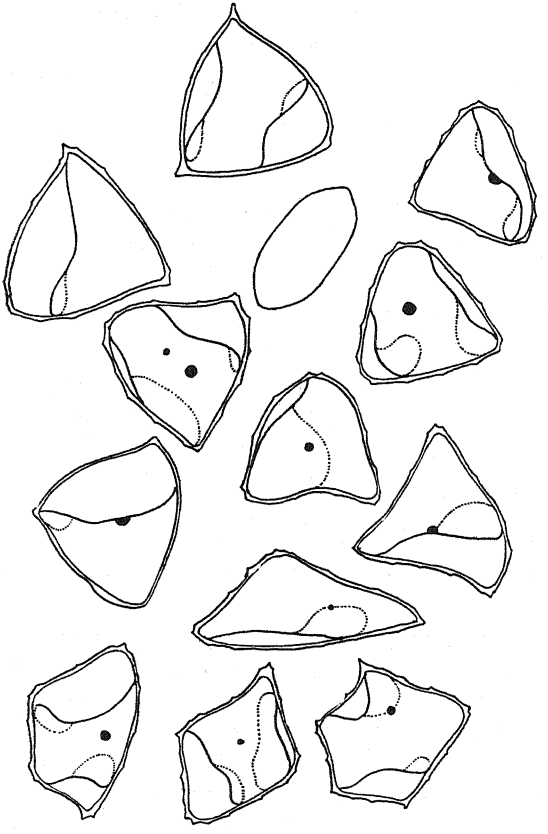


Fig. 465. *Goniochloris parvula:* beachte die schwankende Skulptur und das, allerdings sehr seltene, Vorkommen von 4- und 5strahligen Formen.

vorgezogen. Membran nicht selten rötlich verfärbt. Chromatophoren meist einer, seltener zwei. Rote Öltropfen vorhanden. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen 4–6 μ groß.

Vorkommen: Aus einem sehr eisenreichen Graben bei den bärischen Teichen im Erzgebirge (Böhmen); in einer etwas größerer Form aus einem Tümpel auf der Turracher Höhe — Uralpen — Kärnten.

Diese kleinste Art steht vielleicht der *Goniochloris laevis* etwas nahe, auch hier kommen sehr häufig die in einem Sinne gedrehten Zellen vor.

2. Goniochloris laevis (Fig. 466).

Zellen dreieckig, und zwar immer punktsymmetrisch gedreht dreieckig (siehe Fig. 466), dadurch, daß in gleicher Folge von der Breitseite aus gesehen jede einzelne Dreieckkante immer zur relativ gleichen Ecke hin etwas konvex wird. Membran relativ derb, an den Ecken nur zu stumpfen Warzen verdickt und manchmal ganz glatt oder doch mit so zarter Skulptur, daß sie mit den gewöhnlichen Systemen nicht gesehen wird. Chromatophoren mehrere. Im übrigen wie die anderen Arten. Vermehrung durch Bildung von vier Autosporen beobachtet, die lange durch Schleim zusammengehalten werden.

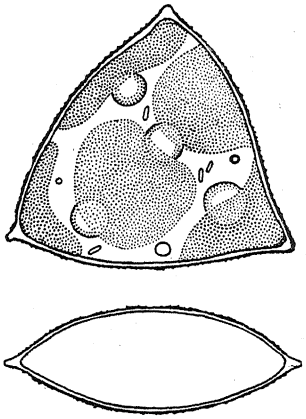


Fig. 466. *Goniochloris laevis:* oben Zelle von der Breit-, unten von der Schmalseite.

Zellen 10–15 μ (meistens 12 μ) messend.

Vorkommen: Aus einem Moorgraben bei Franzensbad mit *Tribonema* und *Zygnema* (KNOTT).

3. Goniochloris sculpta GEITLER (1928) (Fig. 467–471).

GEITLER, Arch. Prot. **63** (1928) 73–81. — PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 433.

Abb.: GEITLER, a. a. O. **63** (1928) 75, Fig. 4, 77, Fig. 5*f–i*; 78, Fig. 6; Taf. 7, Fig. 3. — PASCHER, a. a. O. **69** (1930) 432, Fig. 28, 29 (Kopien).

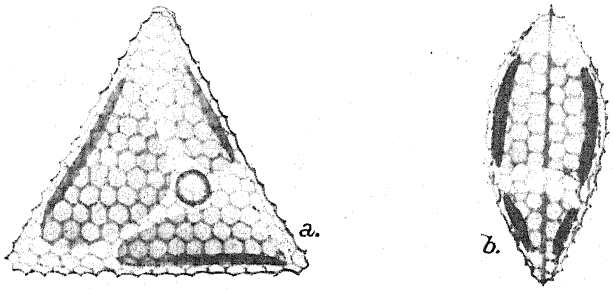


Fig. 467. *Goniochloris sculpta: a* Zelle von der Breit-, *b* von der Schmalseite; beachte die wabige Skulptur und die scharfe Kante in der Mitte der Schmalseitenansicht (nach GEITLER).

Zellen von der Breitseite dreieckig mit stumpfen oder nur leicht vorgezogenen Ecken. Von der Schmalseite im größten Schnitt gestreckt ellipsoidisch. Membranskulptur relativ grob. Vermehrung durch Schwärmer beobachtet. Chromatophoren meistens vier.

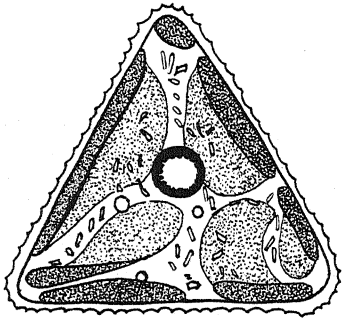


Fig. 468. *Goniochloris sculpta:* Zelle von der Breitseite mit Inhalt (nach GEITLER).

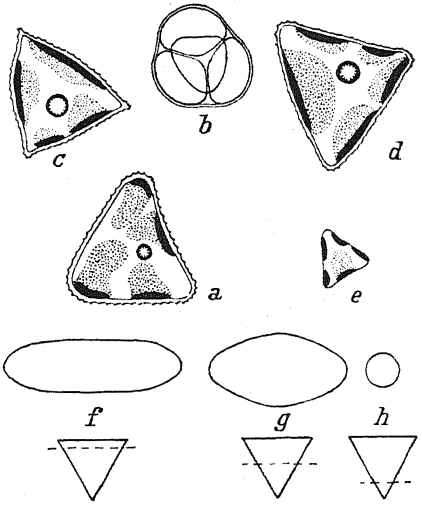


Fig. 469. *Goniochloris sculpta:* *a, c, d* verschiedene Zellen von der Breitseite; *b* Autosporenbildung: *e* junge Zelle; *f, g, h* Schmalseitenschnitte in verschiedener Lagerung (nach GEITLER).

Zellen in ihren Seiten bis 12–16 μ lang. Durchmesser der Waben in der Skulptur bis 1,4 μ, meist nur 1 μ. Vielleicht in zwei Größenklassen.

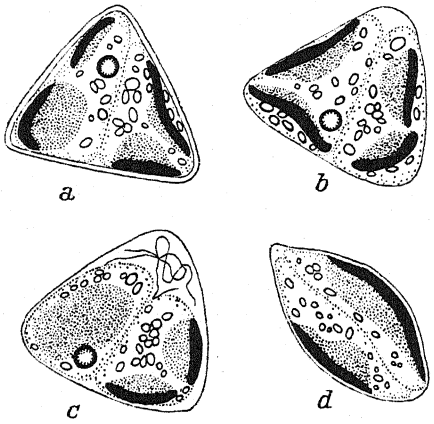


Fig. 470. *Goniochloris sculpta:* Vermehrung, Bildung von zwei Schwärmern (nach GEITLER).

Vorkommen: Zunächst nur aus dem Wasserbecken des Kalthauses der Lunzer Biologischen Station; seit der Zeit um Berlin (GEITLER). — Um Hirschberg und Franzensbad in Böhm. wiederholt gefunden. Schweden, Finnland. Sicher sehr verbreitet, wenn auch oft übersehen. Organismus, der auch stark sauere Gewässer, dann meist in den schlammigen Überzügen von Wasserpflanzen, bewohnt.

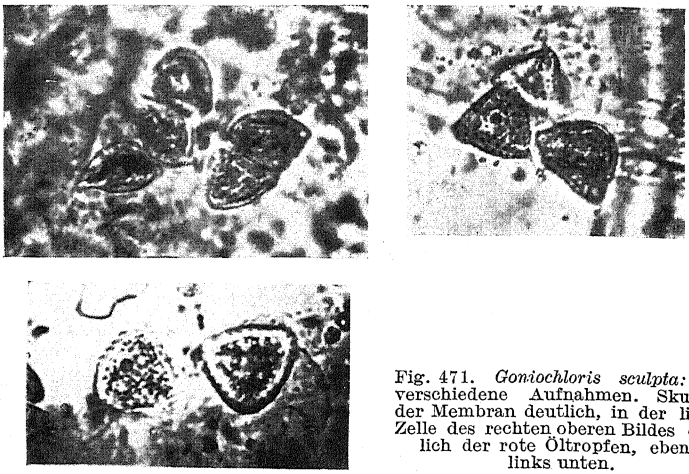


Fig. 471. *Goniochloris sculpta:* drei verschiedene Aufnahmen. Skulptur der Membran deutlich, in der linken Zelle des rechten oberen Bildes deutlich der rote Öltropfen, ebenso links unten.

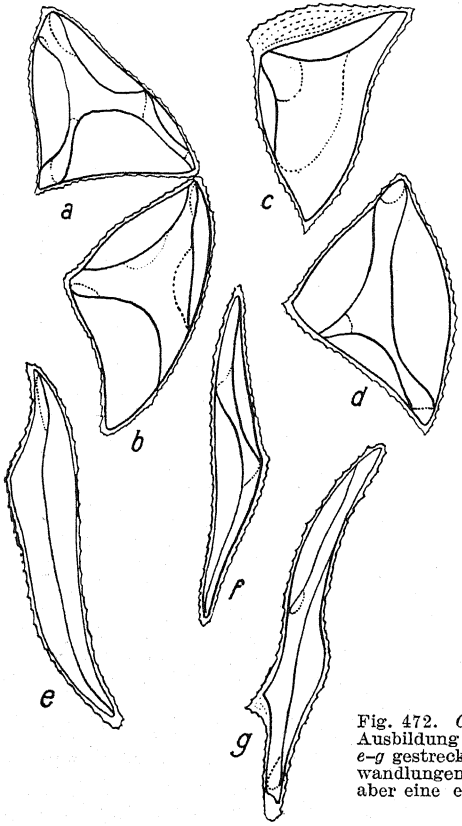


Fig. 472. *Goniochloris irregularis: a–d* typische Ausbildung (bei *c* die eine Kante stark verdickt); *e–g* gestreckte Formen, die vielleicht extreme Abwandlungen von *G. irregularis* sind, wahrscheinlich aber eine eigene Art (*G. closterioides*) darstellen.

4. Goniochloris irregularis
(Fig. 472–474 z. Teil.)

Zellen immer sehr unregelmäßig, oft ganz schief bis schiefgleichschenkelig dreieckig. Seiten sehr häufig konvex, Zellen flach, wenigstens wurden windschief gedrehte Zellen nicht gesehen. Manchmal eine Seite der Zelle sehr stark gefördert, so daß die Zellen eine ausgesprochene Längsorientierung haben. Membran derb bis zart, mit auffallend wechselnder Skulptur, diese manchmal sehr fein, manchmal kaum bemerkbar, manchmal auffallend grob. Am Netzwerk nur 6eckige Waben beobachtet. Mem-

bran oft unregelmäßig verdickt, oft ist eine Kante der Zelle besonders stark verdickt (siehe Fig. 472*c*, 474*b*). Chromatophoren 1–5, Vermehrung nicht gesehen.

Zellen 5–11 μ groß.

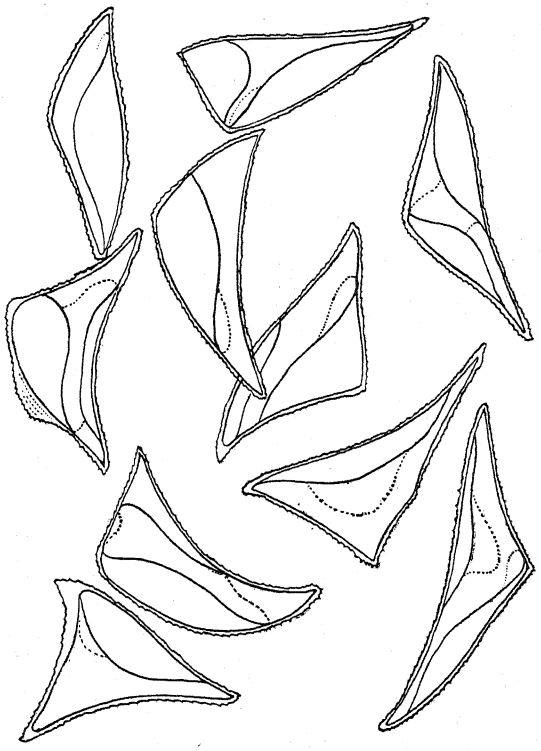


Fig. 473. *Goniochloris irregularis:* die schmälere, vielleicht selbständige Ausbildung (*G. angustata*), die vielleicht zu *G. closterioides* (Fig. 472*e–g*, 474*c*, *d*, *e*) überleitet.

Vorkommen: Bis jetzt in der typischen Form nur wenig beobachtet, aus den leicht salzhaltigen Gräben der Moore um Franzensbad und der Soos, Šeherow bei Prag (PETROVÁ) einmal auch aus der Umgebung von Braunschweig.

Wie bereits erwähnt, sind bei *Goniochloris irregularis* Formen vorhanden, die eine Richtung besonders betont haben und infolgedessen länglich-dreieckig erscheinen. In Fig. 473 ist eine Auswahl solcher gestreckter Formen gegeben. Diese Formen, die wahrscheinlich eine eigene Art darstellen (*Goniochloris angustata* in sched.), erscheinen deshalb interessant,

weil sie morphologisch überführen zu einer Heterokonte, die ich nur in ganz wenigen Exemplaren gesehen habe und die vielleicht das Extrem dieser Entwicklung darstellt und von *Goniochloris* später als Gattung abgetrennt werden muß. Es handelt sich um Zellen, die bis 10mal länger als breit sein können und an denen man deutlich den ursprünglich dreieckigen

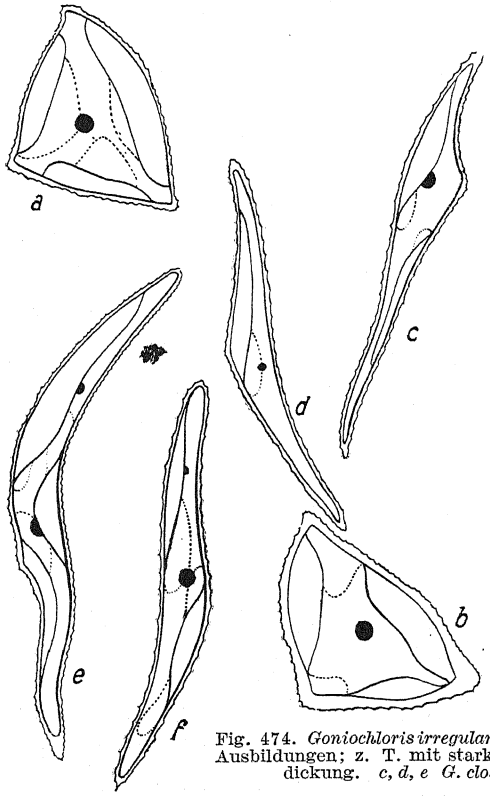


Fig. 474. *Goniochloris irregularis: a, b* typische Ausbildungen; z. T. mit starker Membranverdickung. *c, d, e G. closteriodes.*

Charakter noch erkennen kann, dadurch, daß die eine Längsseite manchmal, allerdings kaum merklich, stumpfeckig vorgezogen ist (siehe die Fig. 474*c, d, e, f*, und Fig. 472). Im Querschnitt sind diese Zellen nicht rund, sondern meist elliptisch. Die Membran ist derb bis zart, besitzt die charakteristische Skulptur. Chromatophoren einer bis drei. Rote Öltropfen fast immer vorhanden. Vermehrung nicht beobachtet. Ich bezeichne diese Form vorläufig als ***Goniochloris closterioides***. Nähere Untersuchungen werden, wie bereits erwähnt, die generische Abteilung notwendig machen.

5. Goniochloris triverruca (Fig. 475).

Zellen regelmäßig bis sehr unregelmäßig dreieckig, oft ausgesprochen schief und manchmal windschief verdreht. Membran meist derb, fein bis grob skulpturiert, oft rötlich verfärbt, an den drei Ecken der Zellen zu großen, stumpfen, gerade oder schief, oft sehr unregelmäßigen Warzen von manchmal bedeutender Länge verdickt. Chromatophoren 2–5, wandständig. Roter Öltropfen nur sehr selten vorhanden.

Schwärmer, soweit beobachtet, ohne Nebengeißel, Hauptgeißel anderthalbmal körperlang, auffallend derb (falls diese Ausbildung normal ist).

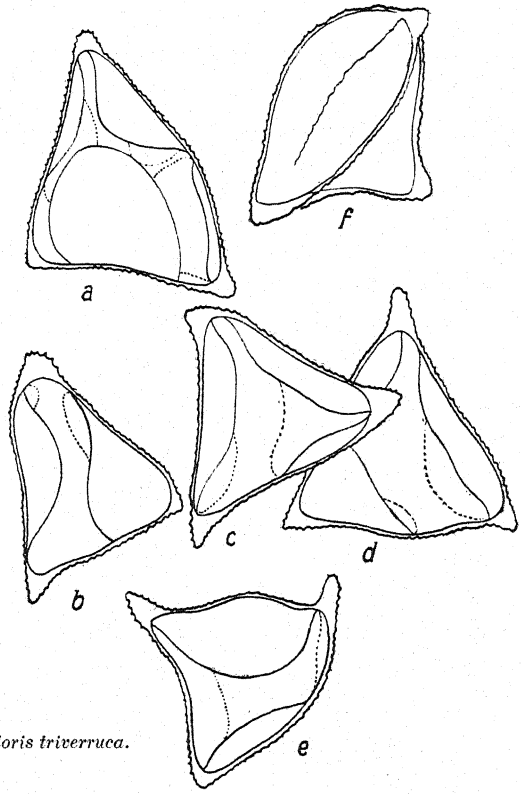


Fig. 475. *Goniochloris triverruca.*

Zellen 7–11 μ groß, vereinzelte Formen bis 18 μ groß.

Vorkommen: Wenig verbreitete, vielleicht auf höhere Lagen beschränkte Form. Zwischen *Tribonema*-Fäden und *Mougeotia* vom Ameringkogel (Packalm, Steiermark). Graukogel bei Bad Gastein. Vielleicht Form der Urgebirge.

Diese Alge sieht einzelnen unregelmäßigen Formen von *Goniochloris sculpta* recht ähnlich, fällt aber immer durch die derben Membranecken auf.

6. Goniochloris brevispinosa PASCHER (1930) (Fig. 476–479).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 430.

Abb.: PASCHER, a. a. O. **69** (1930) 431, Fig. 26, 27.

Zellen von der Breitseite dreieckig; Dreieckform aber oft ziemlich unregelmäßig, manchmal die Seiten leicht sogar S-förmig. Membranskulptur relativ grob; die Ecken in kürzere

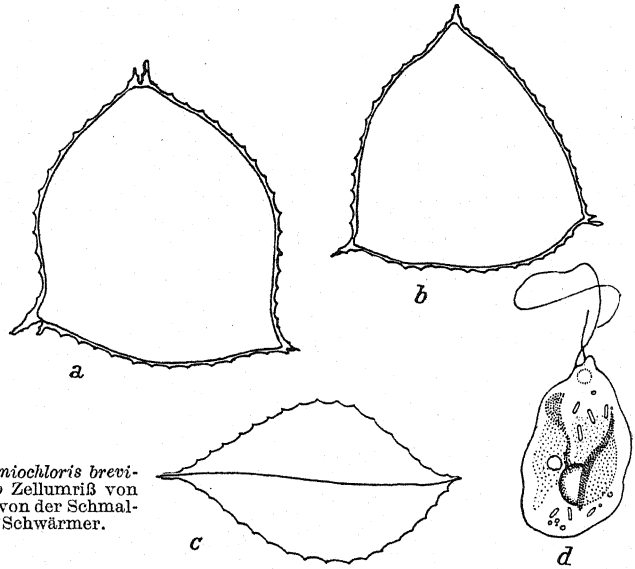


Fig. 476. *Goniochloris brevispinosa: a, b* Zellumriß von der Breit-, *c* von der Schmalseite; *d* Schwärmer.

Stacheln ausgezogen; sehr häufig an jeder Ecke zwei und dann sehr ungleiche Stacheln. Schmalseite der Zelle nicht gestreckt elliptisch, sondern in der Mitte hochgewölbt mit bogigen Seiten, gegen die Kanten der Zelle auskeilend, doch auch ebenfalls sehr häufig unregelmäßig. Chromatophoren in ihrer Zahl sehr schwankend, 2–5. Vermehrung sowohl durch Zoosporen wie auch durch Autosporen beobachtet. Die Autosporen nehmen noch innerhalb der Mutterzelle die charakteristische Zellform an und entwickeln oft noch in der Mutterzelle ihre Stacheln. Zoosporen häufig nur mit einem Chromatophoren, einmal ein völlig chromatophorenfreier Schwärmer gesehen. Vielleicht stehen damit in Zusammenhang gelegentlich auftretende, völlig farblose *G. brevispinosa*-Zellen.

Zellen 8–11 μ im Durchmesser (nicht Seitenlänge)

Vorkommen: Diese Art scheint auf sauere bis stark sauere Gewässer beschränkt zu sein. Swamp am Hirschberger Großteich i. Böhmen (PETROVÁ); Kolke am Pirtschenteich bei Franzensbad i. Böhmen; aus dem Böhmerwalde, dem Riesengebirge.

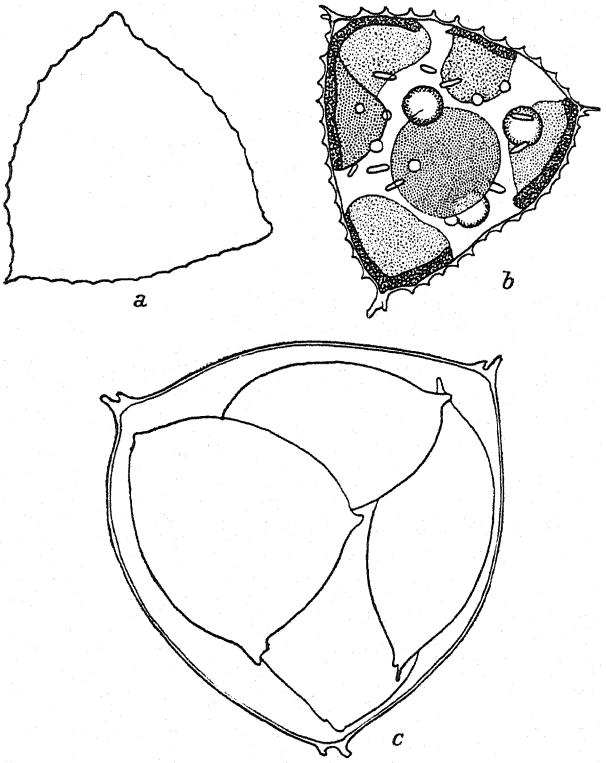


Fig. 477. *Goniochloris brevispinosa:* grob skulpturierte Form; *a* Umriß; *b* Zelle mit Inhalt; *c* Autosporenbildung.

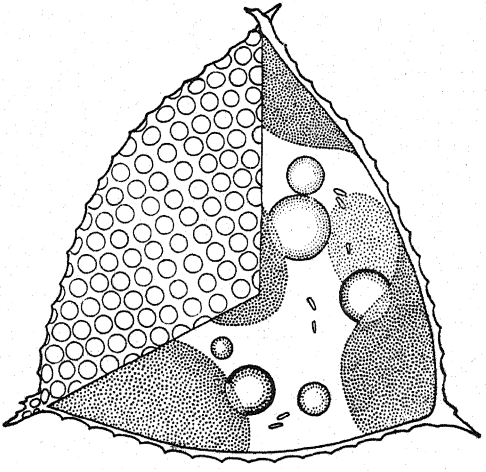


Fig. 478. *Goniochloris brevispinosa:* Zelle von der Breitseite; links in der Figur die Skulptur eingezeichnet; beachte die Störung in der Anordnung der Reihen.

Der *Goniochloris brevispinosa* sieht eine etwas abweichende Form ähnlich (Fig. 479). Die typische Form hat die Kanten dadurch fast schneidenförmig, daß die Zellen von der Schmalseite aus gesehen, sehr stark bauchig sind und dann relativ lang auskeilen. Die abweichende Form, die ebenfalls an den Ecken zwei ungleiche Stacheln besitzt, ist, von der Schmalseite gesehen, gestreckt elliptisch mit fast parallelen Seiten und halbkreisförmig abgerundeten Ecken. Die Zelle ist fast kissenartig, um so mehr, als die Kante der Zelle nur ganz wenig leistenartig vorspringt. Die Zellen sind etwas größer als bei der typischen Form (–15 μ), die Skulptur ist viel zarter. Es handelt sich wahrscheinlich um eine eigene Art: *Goniochloris pulvinaris*, die ich aber, da ich zu wenig Material sah, vorläufig als Varietät: ***pulvinaris*** (Fig. 479) zu *Goniochloris brevispinosa* stelle.

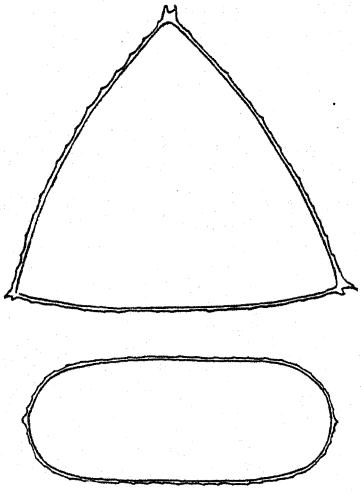


Fig. 479. *Goniochloris brevispinosa* var. *pulvinaris:* beachte den anderen Umriß an der Schmalseitenansicht (vgl. dazu Fig. 476 *c*).

7. Goniochloris spinosa (Fig. 480, 481).

Zellen von der Breitseite ausgesprochen dreieckig, mit leicht konvexen Kanten. Da die Zellen kissenförmig sind, ergeben sich, von der Schmalseite aus gesehen, fast zwei parallele Begrenzungsflächen. Membran derb, deutlich skulpturiert, Skulpturen an den Rändern der Zelle leistenartig vorspringend. An den drei Ecken der Zelle die Membran in längere radiäre Stacheln ausgezogen, auf die die Skulpturen noch zum Teil übergehen. Stacheln meist scharf spitz. Chromatophoren mehrere, manchmal sehr ungleich. Vermehrung durch Autosporen beobachtet.

Zellen ca. 15–19 μ groß, ohne Stacheln, Stacheln bis 7 μ, auch mehr messend.

Vorkommen: Aus den anmoorigen Ufern eines Altwassers längs der Drau, Teichufer bei Prag (Petrová).

Bei dieser Art kamen sehr häufig Unregelmäßigkeiten in der Form vor, daß zwei, bzw. vier Zellen miteinander verbunden

waren. Meistens waren die Zellen nur an einer Ecke miteinander verwachsen. Dabei konnten die beiden Zellen die gleiche Ebene einnehmen (Fig. 480 *d*), oder die beiden Zellen waren rechtwinkelig gegeneinander verdreht (Fig. 480 *b*), so daß man zu gleicher Zeit von der einen die Schmal-, von der anderen die Breitseite sah. Es konnten aber auch vier Zellen miteinander verbunden sein. Dabei waren z. B. die vier Zellen in zwei Paare

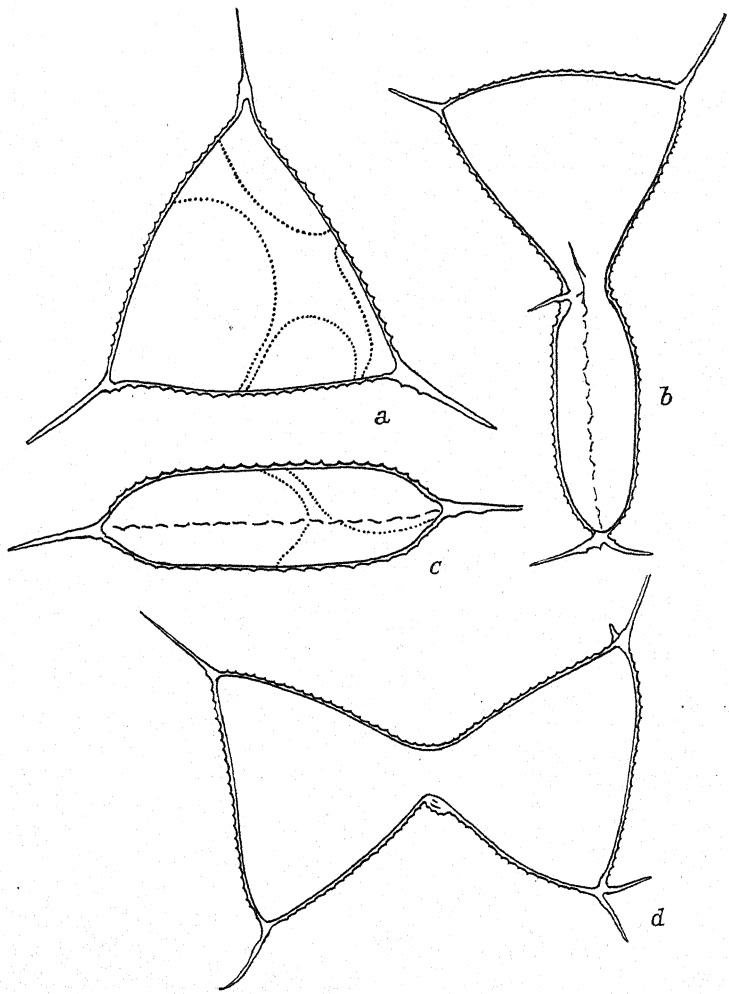


Fig. 474. *Goniochloris spinosa:* *a* Zelle von der Breitseite; *c* von der Schmalseite; *b*, *d* Zwillingszellen dadurch entstanden, daß die Protoplasten zweier Autosporen in der Mutterzelle nicht vollständig getrennt wurden und in dieser Vereinigung zur Membranbildung schritten. Bei *b* die beiden verwachsenen Zellen gegeneinander um 90 Grad verdreht, bei *d* Zellen in der gleichen Ebene entwickelt.

differenziert, die rechtwinkelig zueinander standen, wobei in jedem Paar wieder die einzelnen Zellen gegeneinander um 90 Grad verdreht waren (siehe Fig. 481 *a*). Dieser regelmäßige Fall war relativ selten, viel häufiger waren Verwachsungen von vier Zellen in sehr unregelmäßiger Form, so daß es nicht

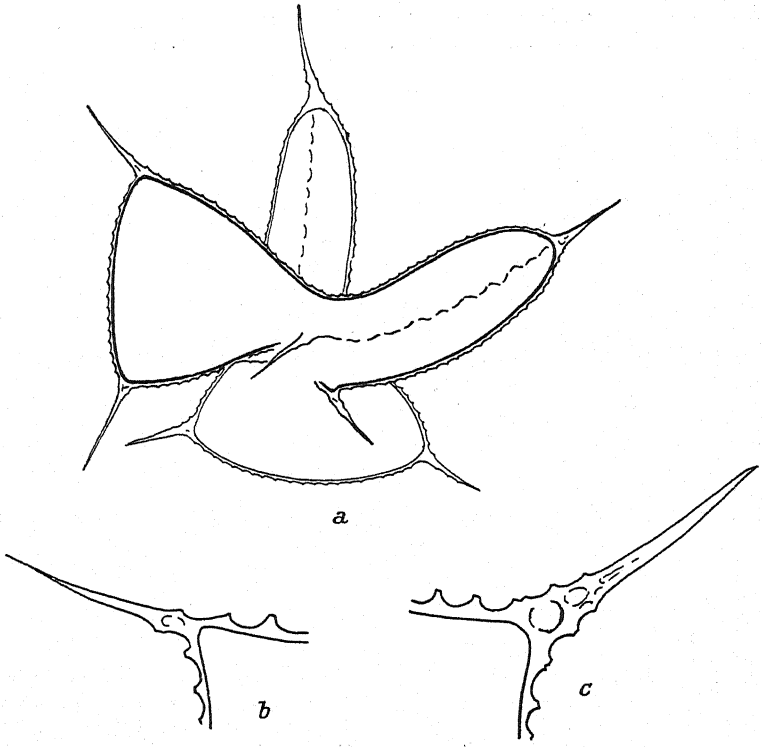


Fig. 481. *Goniochloris spinosa:* *a* vier Zellen miteinander verwachsen (dadurch entstanden, daß die Protoplasten der vier Autosporen nicht vollständig getrennt wurden). Dabei die Zellen jedes Paares um 90 Grad verdreht und außerdem noch die beiden Paare ebenfalls umeinander verdreht. *b, c* Ecken der Zelle mit den langen Membranstacheln, die Skulptur der Membran setzt sich zum Teil auf die Stacheln fort.

immer leicht ist, ein System in diesen Verwachsungen zu erkennen und das merkwürdige Gebilde in vier Zellen aufzulösen. Diese Verwachsungen haben gar nichts zu tun mit einem Geschlechtsprozeß, sondern stellen Störungen bei der Autosporenbildung dar: die vier Protoplasten, die nach ihrer Behäutung in der Mutterzelle sonst zu selbständigen Tochterzellen werden, trennen sich nicht voneinander und bleiben auch während der Membranbildung miteinander verbunden. So kommen diese merkwürdigen Aggregate zustande.

8. Goniochloris tripus (Fig. 482).

Zellen flach oder leicht gekrümmt, von der Breitseite gesehen dreieckig, mit manchmal etwas ungleich langen Seiten, die meist etwas unregelmäßig konkav eingebuchtet sind, wobei die Zellen leicht gedreht erscheinen können. Membran meist sehr derb, meist mit deutlicher, oft sehr grober Skulptur, an den Zellecken in oft lange, solide Zapfen ausgezogen, die mit

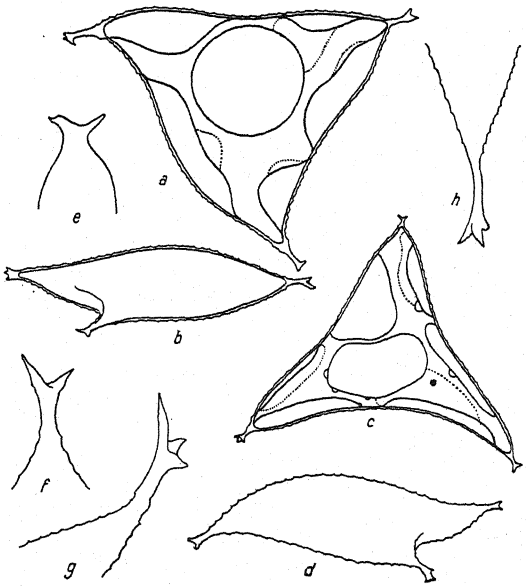


Fig. 482. *Goniochloris tripus:* *a, c* Zellen von der Breitseite; *b, d* von der Kante; *e—h* verschiedene Membranverdickungen an den Ecken.

zwei oder drei Stacheln oder Warzen enden. Bei der gedrehten Form die Membranzapfen im Sinne der Drehung abgebogen. Immer mehrere Chromatophoren, Zellinhalt wie bei den anderen Arten. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen (Seitenkanten) 15–20 μ, meist um 17 μ lang.

Vorkommen: Zweimal gesehen, Teich Sykora bei Mnišek bei Prag (Vlk); aus einem kleinen Mühlteich im Böhmerwalde.

9. Goniochloris pulchra (Fig. 483).

Zellen sehr regelmäßig dreieckig, mit stumpfen bis abgerundet stumpfen Enden, flach; Seitenkanten sehr regelmäßig seicht bis tief eingebuchtet, so daß im Extrem die Zelle fast dreiarmig erscheint. Von der Schmalseite gesehen: Zellen sehr dünn, im Querschnitt gestreckt elliptisch, gegen die Kanten

fast geradlinig verschmälert. Membran derb, fein bis grob skulpturiert, an den Ecken nicht warzig oder dornig verdickt, oft tief braun verfärbt. Chromatophoren 2–5, groß, muldenförmig. Vermehrung durch Autosporen gesehen.

Zellen 10–16 μ lang.

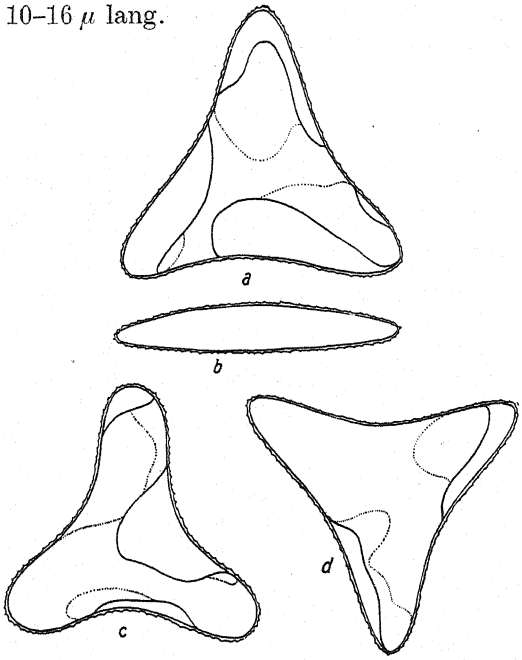


Fig. 483. *Goniochloris pulchra: a, c, d* verschiedene Zellen von der Breitseite; beachte die Variation. Bei *d* Annäherung an *G. triradiata; b* die Zelle *a* von der Schmalseite gesehen.

Vorkommen: Aus einem leicht moorigen Wiesengraben, der reich an Desmidiaceen war. Tirschenreuth in Oberfranken.

Dadurch, daß die Arme der Zelle gegen die Ecken manchmal geradlinig verschmälert sind, nähert sich diese Art der *Goniochloris triradiata*, mit der sie nahe verwandt ist. Vielleicht ebenfalls wie *G. triradiata* in zwei in ihrer Größe verschiedenen Rassen ausgebildet.

10. Goniochloris pulcherrima (Fig. 484).

Zellen ausgesprochen dreiarmig mit stumpfen, nicht abgerundeten Ecken, Arme fast linear, relativ schmal. Mittelraum der Zelle scharf abgesetzt gegenüber den Armen und geradlinig dreiseitig begrenzt. Zellen von der Schmalseite gesehen in der Mitte deutlich, oft stark aufgetrieben. Membran zart bis

grob skulpturiert, meist derb. Chromatophoren 2–5.

Zellen ca. 14 μ groß.

Vorkommen: Einmal gesehen: Graben im Blaugrunde bei Petzer (Riesengebirge).

Diese Art steht der *G. pulchra* nahe und hat durch die eigenartige Entwicklung des Mittelraumes innerhalb der Gattung *Goniochloris* eine Sonderstellung.

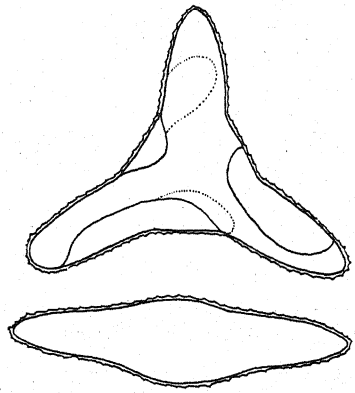


Fig. 484. *Goniochloris pulcherrima:* von der Breit- und von der Schmalseite.

11. Goniochloris triradiata (Fig. 485).

Zellen dreiarmig, Einbuchtungen der Seitenkanten oft so weitgehend, daß die Zelle fast nur aus drei in der Mitte zusammenhängenden Armen zu bestehen scheint (Fig. 485*b*). Von der Seite gesehen, in der Mitte nicht aufgetrieben. Arme in einer Ebene liegend, gegen die Enden oft lang zugespitzt. Membran oft sehr derb, zart bis grob skulpturiert, an den Ecken nicht selten in ein oder zwei Dornen ausgezogen.

Chromatophoren 2–3, Vermehrung nicht gesehen.

Zellen bis 15 μ groß.

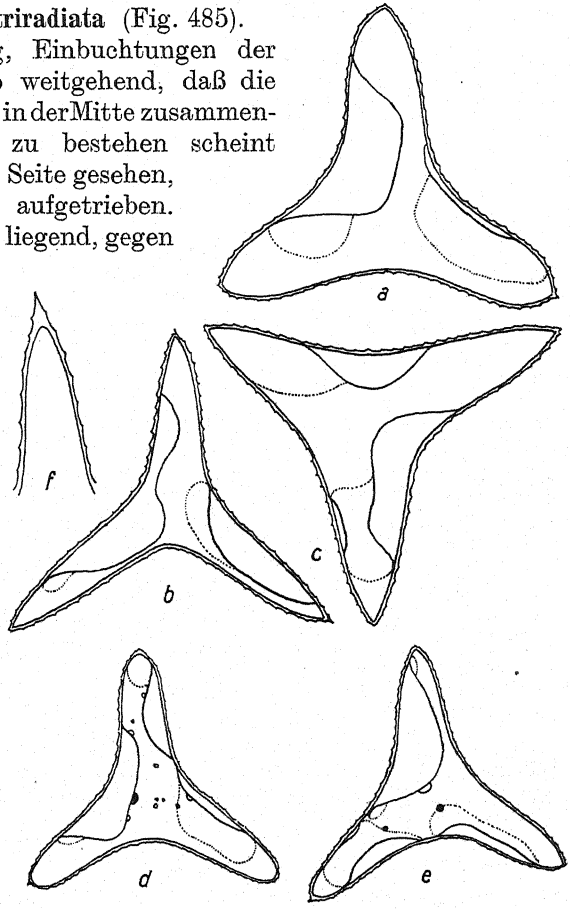


Fig. 485. *Goniochloris triradiata: a–e* fünf Zellen von der Breitseite, beachte die Variation. Wahrscheinlich sind zwei Größenklassen vorhanden; *a–c* und *d, e*; *f* dornige Membranverdickungen an den Ecken.

Vorkommen: Aus einem Tümpel bei St. Martin im Rosentale in Kärnten; aus einem Graben bei Wisternitz in Mähren. Vielleicht kalkholde Form.

Diese Form scheint das Extrem der Entwicklung zu sein, die bereits bei *Goniochloris pulchra* (siehe Fig. 472*b*) angedeutet erscheint. Anscheinend treten auch hier zwei in ihrer Größe verschiedene Formen auf. Vgl. Fig. 485*a–c* mit Fig. 479*d–e*.

12. Goniochloris torta (Fig. 486).

Zellen von der Breitseite dreieckig, aber nicht flach, sondern die Ecken leicht gegeneinander verdreht, so daß nicht die ganze Zelle zugleich scharf eingestellt werden kann. Durch diese

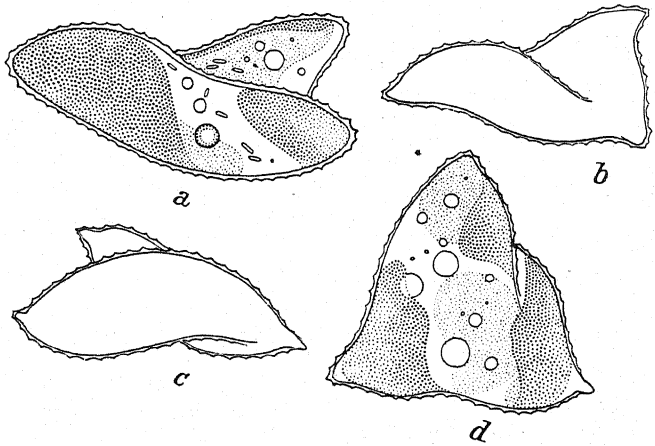


Fig. 486. *Goniochloris torta: a, b, d* Zellen von der Schmalseite; *c* von der Breitseite. Die Einkerbung der Flanken wird durch die Verdrehung der Seiten verursacht.

Torsion der Zelle erscheinen die drei Kanten nicht gerade, sondern in der Mitte scharfwinkelig ausgebissen. Zellen von der Schmalseite infolge der Drehung leicht S-förmig. Membranskulptur relativ fein, Ecken nicht oder bis deutlich zu Wärzchen ausgezogen. Chromatophoren in ihrer Zahl schwankend, bis 5. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen 8–14 μ.

Vorkommen: Moorgraben in der Soos bei Franzensbad zwischen *Microspora*-Watten (mit *Chlamydomonas sphagnicola*); aus dem Georgenfelder Moore (Zinnwald) im Erzgebirge. Vielleicht eine Form der Torfmoore.

Goniochloris torta sieht der *Goniochloris sculpta* etwas ähnlich, hat aber im Gegensatze zu dieser eine feinere, oft kaum wahrnehmbare Skulptur und vor allem die gedrehte Zellform.

13. Goniochloris cochleata (Fig. 487).

Zellen, von der Breitseite aus gesehen, dreieckig, in der Mitte jeder der drei Seiten relativ tief und meist scharf ausgebissen. Breitseite von der Schmalseite infolge der Drehung nicht sehr stark unterschieden. Die drei Arme der Zelle liegen nicht in einer Ebene, sondern sind sehr stark gegeneinander verdreht (siehe Fig. 487 unten). Membran sehr derb, sehr grob skulpturiert. Dellen in drei Reihensystemen stehend (infolgedessen bei oberflächlicher Einstellung sechseckige Waben). Chromatophoren mehrere, wandständig. Vermehrung durch Autosporen. Einmal wurden in einer Zelle acht nackte Protoplasten mit je einem oder zwei Chromatophoren und einer kontraktilen Vakuole gesehen, wobei der eine Chromatophor ein deutliches Stigma hatte, Schwärmerbildung daher wahrscheinlich.

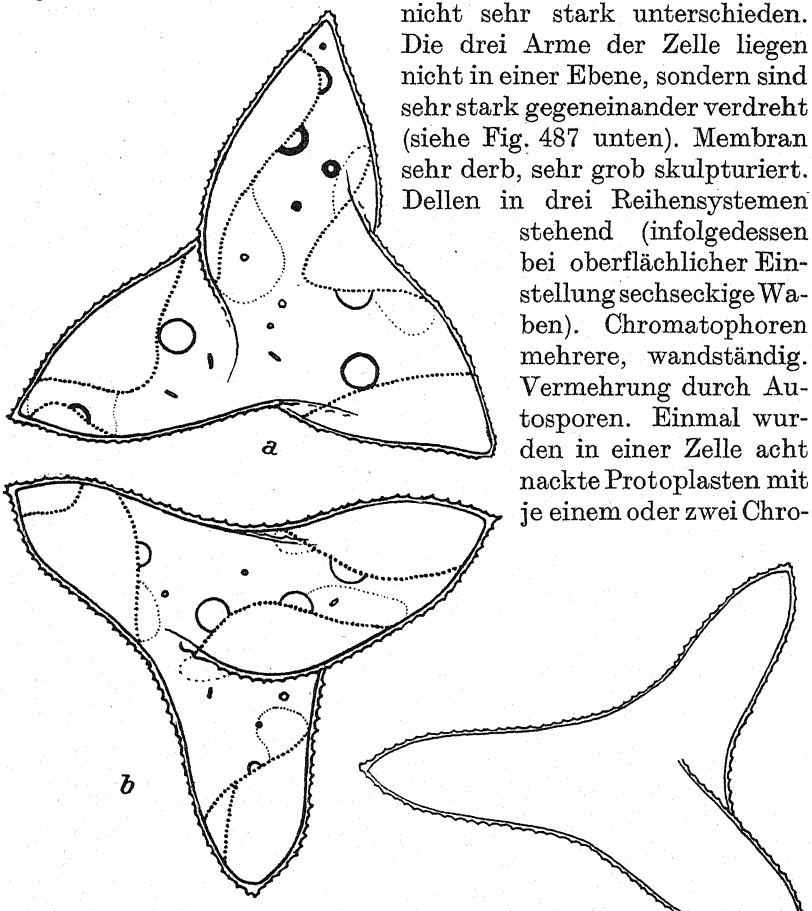
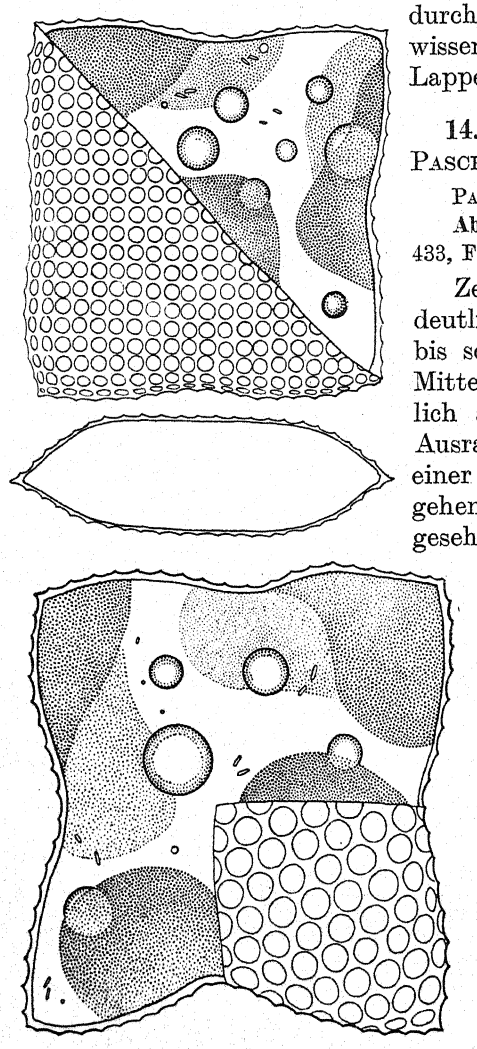


Fig. 487. *Goniochloris cochleata: a* Zelle von der Breit-, *b* von der Schmalseite; die drei Arme sehr stark gegeneinander verdreht, so daß Schmal- und Breitseite sich sehr ähnlich werden. Darunter Umriß einer Zelle von der Schmalseite.

Zellen 13–18 μ groß.

Vorkommen: Einmal in größeren Mengen aus dem Habsteiner Moor in schleimigen Algenüberzügen von Grabenwänden (Böhmen).

Diese Art steht allem Anschein nach der *Goniochloris torta* nahe, unterscheidet sich aber von ihr, abgesehen von der Größe, schon durch die grobe und derbe Skulptur, die tiefen scheinbaren Seiteneinschnitte, die aus der starken Drehung der Zelle sich ergeben. Während die Zelle bei *G. torta* noch einen relativ einheitlichen Charakter hat, ist sie bei *G. cochleata* durch die starke Drehung gewissermaßen in drei radiäre Lappen aufgelöst.



14. Goniochloris tetragona Pascher (1930) (Fig. 488, 489).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 433.

Abb.: Pascher, a. a. O. **69** (1930) 433, Fig. 30.

Zellen von der Breitseite deutlich viereckig, quadratisch bis schief quadratisch. In der Mitte der Seiten leicht bis deutlich ausgerandet, wobei diese Ausrandung an den vier Seiten einer Zelle sehr verschieden tief gehen kann. Von der Schmalseite gesehen, kissenförmig. Membran derb, mit deutlicher Skulptur, wobei sich die Reihen der Dellen entweder im rechten Winkel oder in einem Winkel von 60 Grad schneiden, je nachdem die Dellen untereinander oder abwechselnd stehen. Membran

Fig. 488. *Goniochloris tetragona:* oben Zelle von der Breit-, in der Mitte von der Schmalseite. Beachte die rechtwinklige Anordnung der Skulpturreihen. Unten Zelle von der Breitseite, hier die Reihen sich in einem Winkel von 60 Grad schneidend.

manchmal an den vier Seitenkanten leistenförmig verdickt, ohne daß aber an den Ecken Zähnchen oder Stacheln entwickelt sind. Chromatophoren zahlreich, manchmal ungleich, wandständig. Vermehrung: Nur Autosporen beobachtet, Zoosporen aber wahrscheinlich.

Seiten der Zelle 12–20 (–25 ?) μ messend.

Vorkommen: Aus dem Swamp, einer stark sauren, fast völlig verlandeten Bucht des Hirschberger Teiches in Böhmen, ferner in *Zygnema*-Watten aus einem moorigen Graben der Tatra.

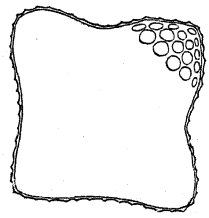


Fig. 489. *Goniochloris tetragona:* Umriß einer Zelle, Skulptur nur an einer Ecke eingezeichnet. Zelle windschief.

Es macht den Eindruck, als ob neben flachen Zellen auch windschief gedrehte Zellen vorkommen und daß daraus die unregelmäßige, gelegentlich auftretende sehr tiefe Ausrandung der Seitenkanten zu erklären ist.

15. Goniochloris polygonia (Fig. 490).

Zellen flach, scheibenförmig, in der Mitte meist etwas, doch niemals auffallend verdickt und gelegentlich leicht napfförmig. Von der Breitseite gesehen stumpf, 5–10eckig, mit oft sehr ungleichen Längsseiten, die leicht konkav bis konvex sein können. Zellen meistens asymmetrisch. Membran sehr derb, meist grob skulpturiert, an den Zellecken nicht selten etwas warzig verdickt, Warzen aber nicht scharf abgesetzt. Chromatophoren scheibchenförmig, oft sehr verschieden groß, 5–10. Rote Öltropfen vorhanden, Vermehrung durch zwei oder vier Autosporen gesehen. Die Autosporen einer Zelle schwanken nicht selten weitgehend in der Zahl der Ecken. Vielleicht auch einzelne Autosporen ohne Chromatophoren.

Zellen 10–19 μ im Durchmesser, größere Zellen selten.

Vorkommen: Sehr leicht übersehbare, meist sehr blasse Alge, die vielleicht kalkhold ist. Altwasser der Traun bei Ischl (Oberösterreich); aus einer Wiesenpfütze auf der Rauhen Alb.

Dadurch, daß einzelne Zellen leicht schüsselförmig durchgebogen sind, wird eine Formkonvergenz zu *Chlorogibba* angedeutet.

Es ist möglich, daß diese Art im gegebenen Umfang nicht einheitlich ist und die wenigstrahligen Formen von den mehrstrahligen Formen abgetrennt werden müssen.

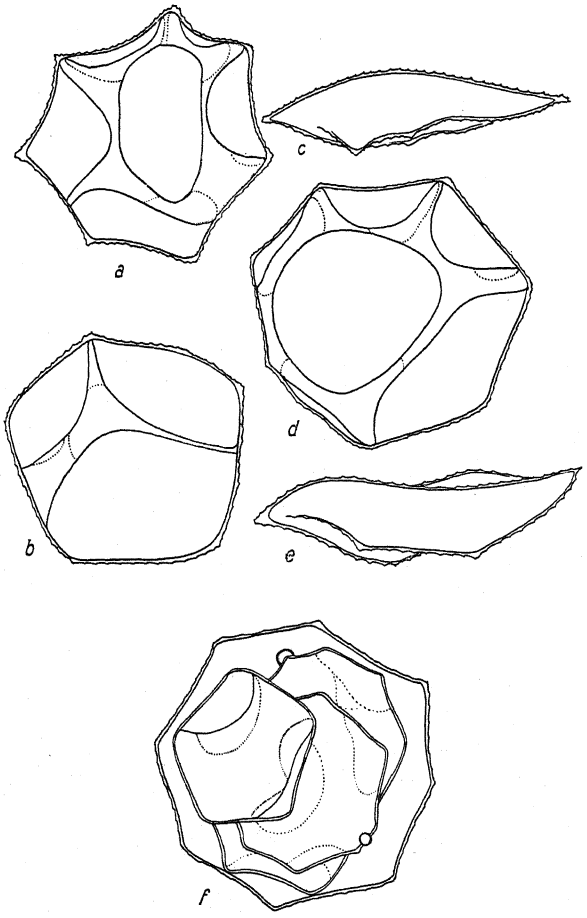


Fig. 490. *Goniochloris polygonia: a, b, d* 5–7eckige Zellen von der Breitseite; *c, e* von der Schmalseite; *f* Vermehrung. Beachte die verschiedene Seitenzahl der jungen Zellen.

Im Anhange zu *Goniochloris* sei eine *Goniochloris*-artige Alge (Fig. 491) behandelt, die vorderhand hierher gestellt wird, obwohl spätere Untersuchungen ihre selbständige Stellung erweisen werden. Zellen dreistrahlig, Arme ausgesprochen walzlich, von oben gesehen gerade oder leicht geschlängelt, an den Enden stumpf bis leicht spitz. Ein größerer Zentralraum der Zelle meist nicht entwickelt. Von der Seite gesehen Zellen nicht flach, sondern die Arme auch von dieser Seite her mannigfach auf oder ab gekrümmt, die ganzen Zellen daher mehr oder weniger windschief. Membran sehr zart, vielleicht nicht ver-

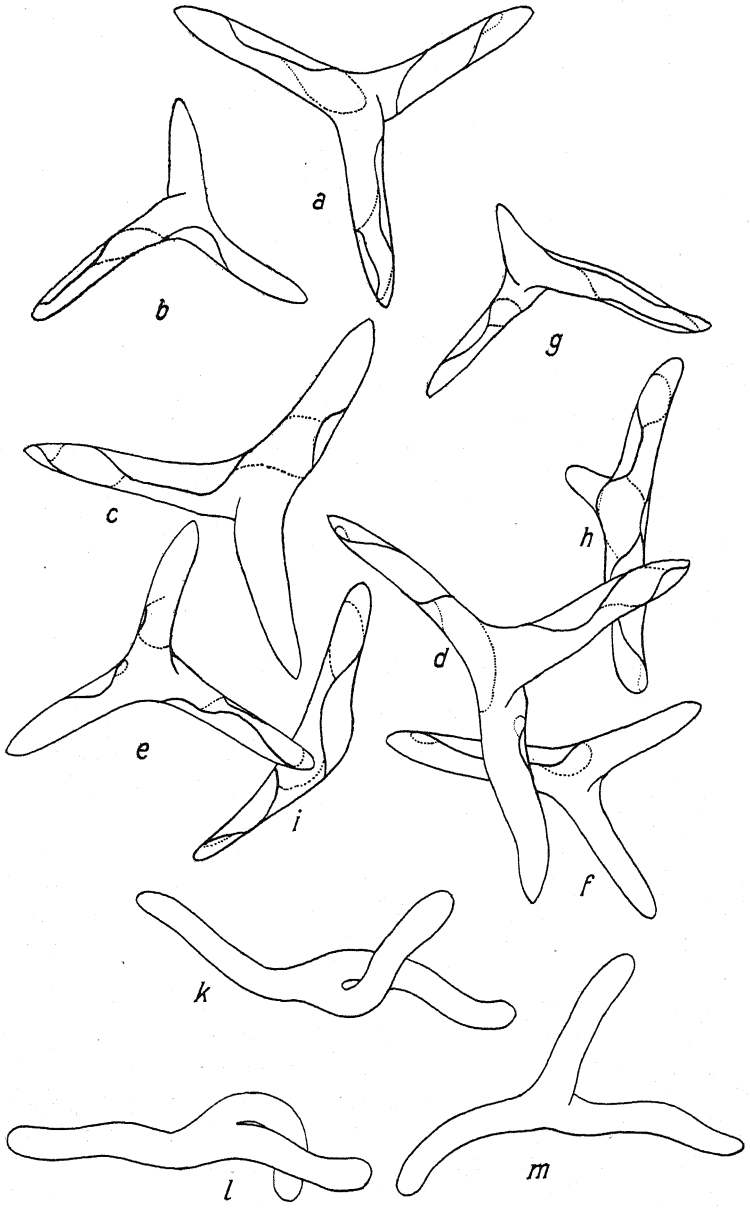


Fig. 491. *Goniochloris* (?) *ophiaster: a, c, d, e* Zellen mit annähernd gleichlangen Armen; bei *b, f, g, h, i* ein Arm verkürzt; alle diese Figuren von der Breitseite; *k, m* Zellen von der Schmalseite: die Zellen sind nicht flach.

kieselt, niemals Skulptur beobachtet. Chromatophoren 1–3, meistens schmal bandförmig und schraubig die Arme durchziehend. Öltropfen nicht gesehen. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen bis 18 μ (selten bis 25) spannend.

Vorkommen: Vielleicht kalkholde Form. Zwischen verschiedenen Algen: *Mougeotia*, *Geminella*, *Radiofilum* aus einem kleinen Wiesentümpel in den Karawanken (Rosenbach in Kärnten.)

Durch die zarte, nicht skulpturierte Membran, die bandförmigen Chromatophoren, den Mangel an Öltropfen und durch den ganzen Habitus (die Arme sind bis zur zentralen Vereinigungsstelle im Querschnitt kreisrund und nicht abgeflacht) deutlich von den dreiarmigen *Goniochloris*-Arten verschieden. Wahrscheinlich mit *Goniochloris* nicht näher verwandt, sondern eine konvergente Heterokonte. Sie sei provisorisch ***Goniochloris ophiaster*** genannt. Wahrscheinlich handelt es sich um eine eigene Gattung: (***Bracchiogonium ophiaster*** in not.).

Gloeobotrydaceae.

Zellen zu zweien bis sehr vielen zu Kolonien vereinigt dadurch, daß sie entweder aufsitzende oder freischwebende Gallertlager bilden, in denen die Zellen völlig eingebettet liegen. Gallerte entweder nur wenig oder gar nicht bis sehr deutlich geschichtet. Wenn die Gallerte geschichtet ist, so umfassen die einzelnen Schichten entsprechend den Teilungsfolgen je 2, je 4, je 8 Zellen. In diesen Fällen die Zellen regelmäßig gelagert.

Vermehrung durch Schwärmer oder durch Bildung von 2 bis 4 Autosporen. Jede Zelle umgibt sich von neuem mit einer Gallertschicht, wobei die Gallertschichten der Mutterzelle gedehnt werden. Dieser Vorgang kann sich wiederholen und es entstehen auf diese Weise Kolonien mit geschichteter Gallerte, oder aber die neu gebildeten Gallerten lassen ihre Abgrenzung gegen die älteren Gallertmassen sehr bald verschwinden, und sind nur knapp nach der Teilung zu mehreren, dann entstehen die meistens mehr oder weniger formlosen ungeschichteten Gallertlager. Im ersten Falle entsprechen die Lager ungefähr dem Typus von *Gloeocapsa* oder *Gloeothece*.

Gewiß formenreiche Familie der Heterococcalen, die aber bis jetzt sehr wenig bekannt ist. Sicher werden sehr viele Formen als unbestimmbare, gallertige Chlorophyceen ange-

sehen oder einfach als unbestimmbare *Gloeocystis* oder *Palmella*-Arten bezeichnet. Bis jetzt zwei Gattungen bekannt:

I. Gallerten nicht oder nur wenig geschichtet, dabei Schichtung auf die ersten Teilungsstadien beschränkt und später verschwindend, Zellen mehr oder weniger unregelmäßig verteilt, manchmal innerhalb der Kolonie in Gruppen. Künstliche, provisorische Gattung **Gloeobotrys 37.**

II. Gallerte immer deutlich geschichtet, entsprechend den Teilungsfolgen zwei, vier oder acht Zellen umfassend, Zellen wahrscheinlich mehr in einer Ebene liegend (*Gloeothece*-Typus) . . . . . **Chlorobotrys 38.**

37. Gloeobotrys Pascher (1930) (Fig. 492–500).

Name von γλοιός = klebrig, schleimig; ὁ βότρυς = die Traube.

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 436.

Ausgebildete Lager mit wenigen bis vielen Hunderten Zellen, die entweder kleine weichgallertige oder derbe, in beiden Fällen manchmal unregelmäßig gelappte, oft in Trennung befindliche, manchmal schon makroskopisch als kleine Pünktchen wahrnehmbare, gelb- bis tiefgrüne Klümpchen bilden. Zellen in dieser Gallerte anscheinend unregelmäßig verteilt, nur nach der Teilung zwei oder vier Zellen genähert, manchmal die Zellen in mehrere Gruppen aufgeteilt, peripher oft mehr gehäuft. Die weiche oder derbe Gallerte selber ohne weitere Differenzierung mit Ausnahme des Umstandes, daß die Zellen einer Teilungsfolge manchmal von einer differenzierten Gallertschicht umgeben sind, die aber sehr bald undeutlich wird. Die Lager können frei sein oder aufliegen. Inwieweit festgewachsene Lager vorkommen, ist noch nicht geklärt. Zellen kugelig bis ellipsoidisch mit zarter bis derber, nicht skulpturierter Haut. Zwei bis mehrere Chromatophoren, in den erwachsenen Zellen wandständig, oft auffallend ungleich groß, manchmal sehr blaß.

Bildung von zwei oder vier Schwärmern, die bei den beobachteten Arten nur eine sehr kurze Nebengeißel haben; Stigma bei den bis jetzt bekannten Arten vorhanden. Hauptsächlichste Vermehrung durch Bildung von zwei bis vier, seltener mehr Autosporen, um die sich eine bald verschwindende Gallertschicht bildet. Die jungen Autosporen oft mit kontraktilen Vakuolen.

Im hier gegebenen Umfang stellt *Gloeobotrys* wahrscheinlich keine einheitliche Gattung vor. Es sind derzeit noch Formen mit kugeligen und ellipsoidischen Zellen vereinigt. Mit anderen Heterococcalen kann *Gloeobotrys* unter Berücksichtigung

Fig. 492. *Gloeobotrys chlorinus:* Teil eines bereits in Zerlappung befindlichen Lagers.

der nicht strukturierten Gallerte kaum verwechselt werden, dagegen sieht *Gloeochloris* unter den Heterocapsalen *Gloeobotrys* etwas ähnlich. Von Chlorophyceen stellt nur die Gattung *Pseudotetraspora* eine gewisse äußere Parallele dar. Wenn wir von *Radiococcus* und *Eutetramorus*, bei denen die Zellen immer in Vierergruppen stehen, absehen. Alle diese genannten Chlorophyceen haben Stärke, *Pseudotetraspora* ist außerdem marin.

Vier Arten näher bekannt:

I. Zellen kugelig . . . . . **Subgen. *Gloeobotrys* s. str.**
  1. Eine Art bekannt mit 4–6 μ großen Zellen[1]). **Gloeobotrys chlorinus *1.***
II. Zellen ellipsoidisch bis kurz walzlich . . . . . **Subgen. *Allantogloea.***
  1. Planktontische Alge, Zellen bis 8 μ lang . . **Gloeobotrys limneticus *2.***
  2. Nicht planktontische Alge.
    A. Zellen 7–9 μ lang, in leicht salzhaltigen Wässern **Gloeobotrys subsalsus *3.***
    B. Zellen bis 12 μ lang . . . . . **Gloeobotrys ellipsoideus *4.***

A. ***Gloeobotrys*** *s. stricto.*

Zellen kugelig.

1. Gloeobotrys chlorinus Pascher (1930) (Fig. 492–495).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 438.

Abb.: Pascher, a. a. O. **69** (1930) 437, Fig. 35; 438, Fig. 36; Taf. 21, Fig. *f*.

Lager ellipsoidisch bis kugelig, sehr weich, Gallerte ohne jede Differenzierung. Zellen regellos verteilt, seltener in kleinen, vorübergehenden Gruppen, kugelig mit sehr zarter Wand. Chromatophoren 2–4, oft sehr blaß. Bildung von zwei bis vier Autosporen, Schwärmer zu 2–4 gebildet, sehr formveränderlich. Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel sehr kurz, ein bis zwei Chromatophoren und Stigma. Sporen nicht gesehen.

Zellen 4–5 μ groß.

Vorkommen: Kleine Wasserlachen eines abgelassenen Teiches bei Franzensbad i. Böhmen; in einem Altwasser in Branik bei Prag, ebenso in den Hrnčířer Teichen bei Prag. Immer zwischen den Uferalgen, kein Planktont.

Es gibt noch mehrere *Gloeobotrys*-Arten mit kugeligen Zellen, die ich aber viel zu wenig sah, um Beschreibungen zu geben. Eine Art hat bis 10 μ große Zellen, mehrere Chromato-

---

[1]) Sicher aus mehreren Arten bestehend (siehe S. 636).

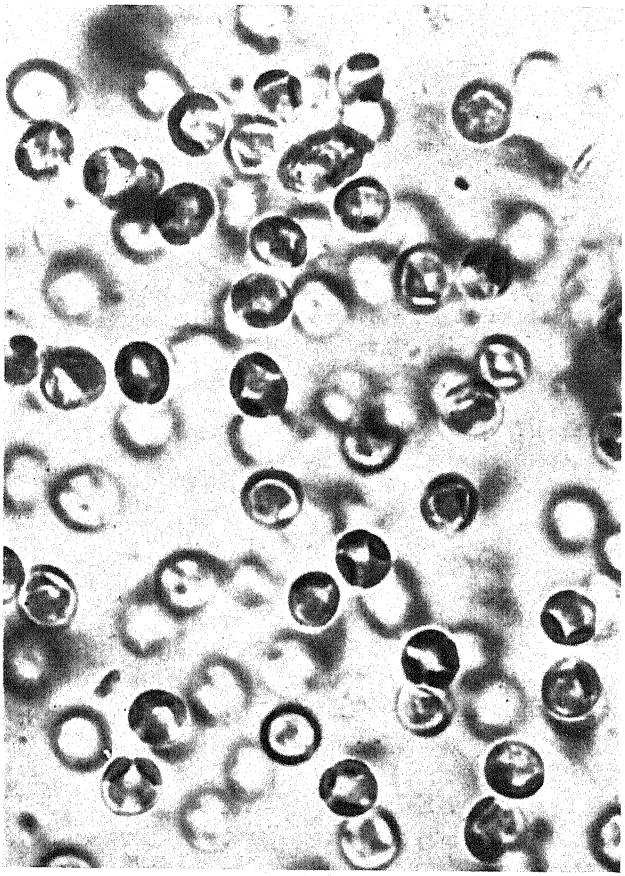


Fig. 493. *Gloeobotrys chlorinus:*
Teil eines Lagers bei ungefähr 1000facher Vergrößerung.

phoren und bildet mehr hautartige, ziemlich derbe Gallertlager, die verschiedenem Substrat aufliegen. Eine andere Art besitzt nur einen Chromatophoren, ihre Zellen sind sehr klein (ca. 5 μ), sie bildet kleine treibende, kugelige, oft traubig zusammengesetzte Gallertklümpchen und kommt in kalkhaltigen Seen vor. Daneben gibt es noch andere Arten.

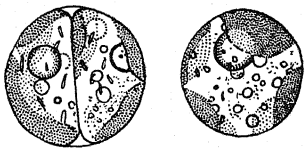


Fig. 494. *Gloeobotrys chlorinus:* eine Zelle stark vergrößert, links daneben Teilungsstadium, die jungen Autosporen bilden kontraktile Vakuolen aus.

Nicht zu *Gloeobotrys* gehört der von mir und CZURDA im Jahre 1930

aus einem Graben bei den Marienteichen bei Hirschberg i. Böhmen beschriebene *Gloeobotrys mucosus*. Es handelt sich, wie ich 1936 sah, hier um eine Chrysophycee, deren Chromatophoren gelegentlich sehr wenig braunen Farbstoff entwickeln und daher fast grün erscheinen.

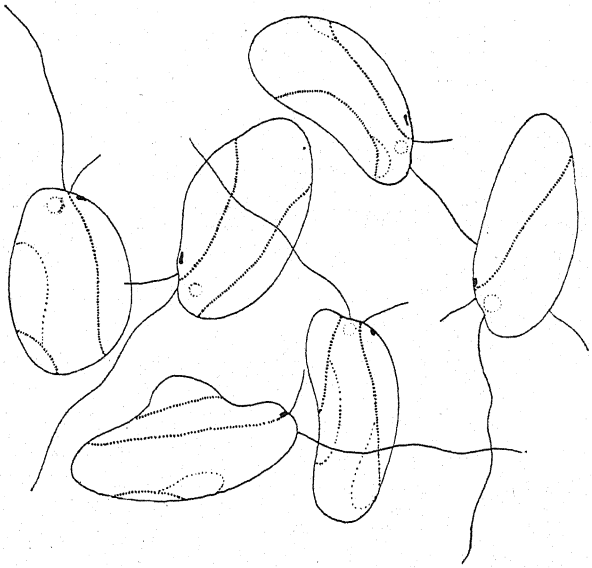


Fig. 495. *Gloeobotrys chlorina:* Schwärmer meist zwei Chromatophoren, seltener einer.

B. ***Allantogloea.***

Name von *ὁ ἀλλάς* = die Wurst; *γλοιός* = klebrig, schleimig.

Zellen ellipsoidisch bis walzlich.

2. Gloeobotrys limneticus nov. comb. (Fig. 496).

Syn.: *Chlorobotrys limneticus* G. M. Smith, Trans. Wisc. Acad. Sci. Art. Lit. **19** (1918) 653; Phytopl. Wisc. Lakes **1** (1920) 82; Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 152. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 50. — Skuja, Act. hort. Bot. Univ. Latv. **2** (1927) 109 (?). — Tiffany, Ohio State Univ. Franz Stone Lab. Contrib. **6** (1934) 33.

Syn.: *Allantogloea limnetica* Pascher in not.

Abb.: Smith, a. a. O. **19** (1918) Taf. 14, Fig. 10; a. a. O. **1** (1920) Taf. 15, Fig. 9. — Pascher, a. a. O. **11** (1925) Fig. 31, S. 50 (Kopie). — Tiffany a. a. O. (1934) Taf. 14, S. 105.

Gallertlager planktontisch treibend, ellipsoidisch bis unregelmäßig. Zellen zu 10–30, innerhalb größerer Kolonien meist in kleinere Gruppen aufgeteilt oder unregelmäßig verteilt,

breit ellipsoidisch und an den Enden breit abgerundet, manchmal etwas unregelmäßig. Membran, nach den Figuren zu schließen, derb. Chromatophoren drei bis vier. Über die Vermehrung liegen keine Angaben vor.

Zellen 6–8 μ lang, 5–6 μ breit. Kolonien 40–200 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Planktont. Bekannt aus den Seen Wisconsins, aus dem Erie-See (USA.), selten. Nach PEARSELL aus Seen Englands. Nach SKUJA auch aus Lettland (Sïdrabezers bei Riga), doch fraglich.

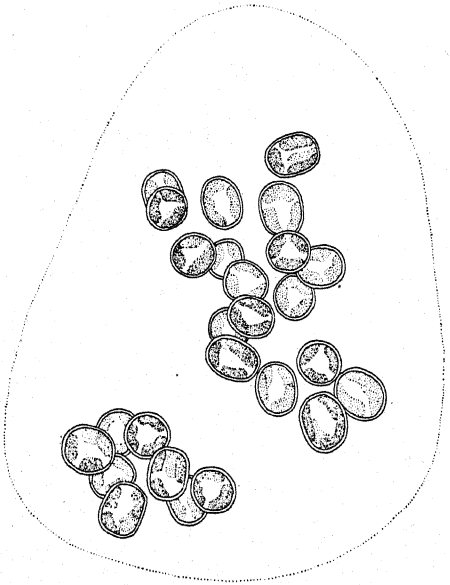


Fig. 496. *Gloeobotrys limneticus* (nach G. M. SMITH).

SMITH stellt diese Alge zu *Chlorobotrys*. Diese Alge hat aber andere Lager. SKUJA gibt an (1932, 109), daß sein Material die beiden Tochterzellen nach der Teilung mittels eines gallertigen Stranges nach der Art von *Stichogloea* verbunden zeigte. SKUJA lag nur fixiertes Material vor. Es ist nicht ausgeschlossen, daß er es mit einer im Tode grün gewordenen Chrysophycee zu tun hatte. Er deutet auch selber die Möglichkeit an, daß seine Alge zur Chrysophycee *Stichogloea* gehöre.

Gloeobotrys limneticus wird sicher auch im festländischen Europa gefunden werden. Der Umstand, daß das meiste Plankton nicht lebend, sondern in schlecht fixiertem Zustande untersucht wird, verhindert in sehr vielen Fällen eine zutreffende Diagnose.

3. Gloeobotrys subsalsus (Fig. 497, 498).

Syn.: *Allantogloea subsalsa* PASCHER in not.

Lager nicht planktontisch, auf Wasserpflanzen oder anderen Unterlagen anhaftend, sondern im Schleim niederer Algen liegend, mit kurz ellipsoidischen, manchmal etwas unregelmäßigen

Zellen, die eine sehr zarte Membran haben. Zellen meist zu zweien oder mehreren, in manchmal undeutlich geschichtete Gallertpakete zusammengefaßt und diese wieder von undeutlichen Gallertlagern überschichtet. Lager sehr leicht in kleine Teillager trennbar. Chromatophoren meist zwei, wandständig,

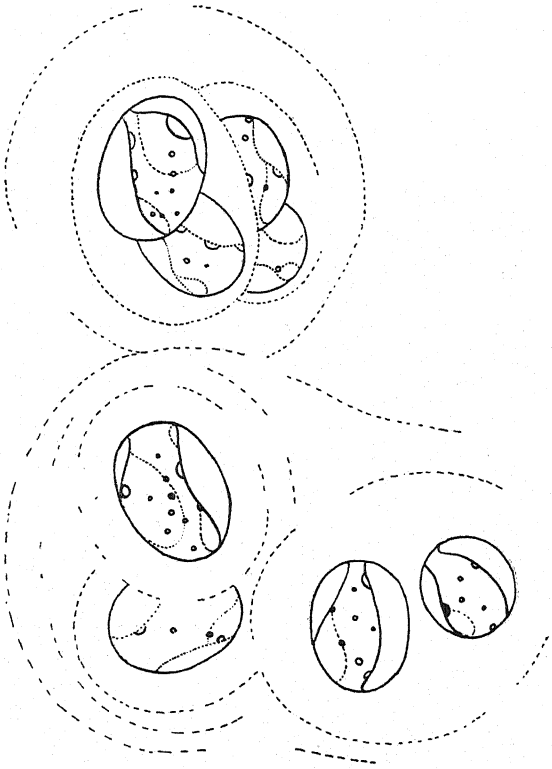


Fig. 497. *Gloeobotrys subsalsus:* Teil eines Lagers, das durch leichten Druck sich in die einzelnen Kolonien auflöst (nach Skizzen von VLK).

manchmal ungleich groß, besonders dann, wenn die Zellen nicht sehr regelmäßig sind. Schwärmer oder andere Stadien nicht gesehen, erstere aber wahrscheinlich, da die Teilprotoplasten gelegentlich kontraktile Vakuolen und Augenfleck hatten.

Zellen 7–9 μ lang, 5–6 μ breit (abgesehen von gelegentlich vorkommenden größeren Zellen).

Vorkommen: Bis jetzt nur aus schwach salzhaltigen Wässern, Flachmoor bei Lissa a. d. Elbe (1937) (VLK), um Kralup (Böhmen).

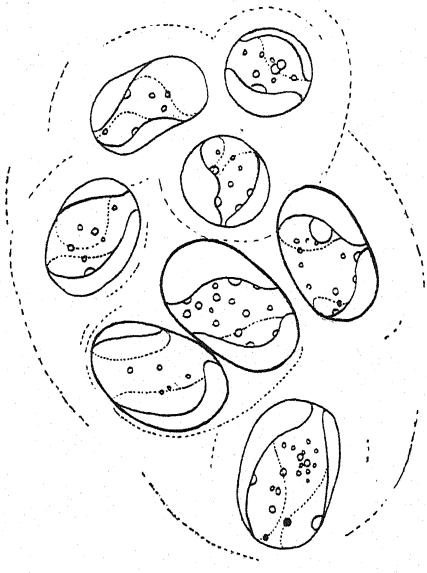


Fig. 498. *Gloeobotrys subsalsus* (nach Skizzen von VLK).

Diese Alge kommt in der Größe *Gloeobotrys limneticus* nahe, unterscheidet sich aber durch die Lebensweise, andere Gallertausbildung, Zweizahl der Chromatophoren und, falls die sonst sehr korrekten Zeichnungen G. M. SMITHs auch in diesem Punkte zutreffen, auch durch die Zartheit der Membran.

4. Gloeobotrys ellipsoideus (Fig. 499, 500).

Syn.: *Allantogloea ellipsoidea* PASCHER in not.

Aufliegende, vielleicht erst sekundär freie Lager, die makroskopisch sichtbar werden können. Gallerte derb, am Rande scharf begrenzt, ohne wahrnehmbare Struktur (bis auf den Umstand, daß die Zellen nach der Teilung von einer vorübergehenden Gallertschichte umgeben sind). Zellen ziemlich gleichmäßig verteilt, gegen die Peripherie des Lagers mehr gehäuft, ellipsoidisch bis kurz walzlich, mit 3–5 Chromatophoren. Einzelne Zellen manchmal viel größer und mit vielen Chromatophoren. Auch hier bildet sich um die 2–4 Tochterzellen eine differenzierte Gallerthülle, die aber bald verschwindet. Schwärmer mit kaum bemerkbarer, kurzer Hauptgeißel. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen ca. 12 μ lang, bis 8 μ breit, manchmal aber viel größer.

Vorkommen: Im Gegensatze zu den anderen Arten mehr in Gewässern mit niederen p_H-Werten, vielleicht die erste Zeit immer anliegend und sich erst später ablösend. Moorgraben in der Soos bei Franzensbad. Alge vielleicht leicht halophil (1927).

Neben den drei hier angegebenen (zum Teil nicht ganz gesicherten) *Gloeobotrys*-Arten mit ellipsoidischen Zellen gibt es

noch andere Formen. Eine Art besitzt kleine, nur bis 7 μ lange Zellen mit einem Chromatophoren. Die Alge ist fast aerophil und kommt auf überrieseltem Urgestein vor. Den Schwärmern fehlt die Nebengeißel fast ganz.

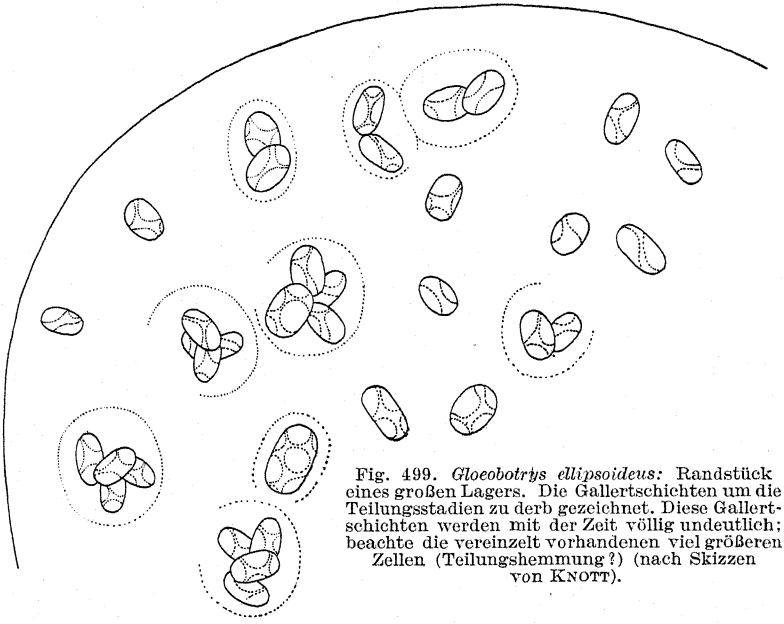


Fig. 499. *Gloeobotrys ellipsoideus:* Randstück eines großen Lagers. Die Gallertschichten um die Teilungsstadien zu derb gezeichnet. Diese Gallertschichten werden mit der Zeit völlig undeutlich; beachte die vereinzelt vorhandenen viel größeren Zellen (Teilungshemmung?) (nach Skizzen von KNOTT).

Es gibt wahrscheinlich auch *Gloeobotrys*-artige Algen, bei denen die Zellen nicht kugelig oder ellipsoidisch, sondern mehr birnförmig einseitig verschmälert sind. Diese Formen stellen eine Parallelentwicklung zur Grünalgengattung *Coccomyxa* dar. Leider sah ich viel zu wenig davon.

Zu den als *Allantogloea* zusammengefaßten *Gloeobotrys*-Arten dürfte wohl gehören die nicht genügend abgebildete und

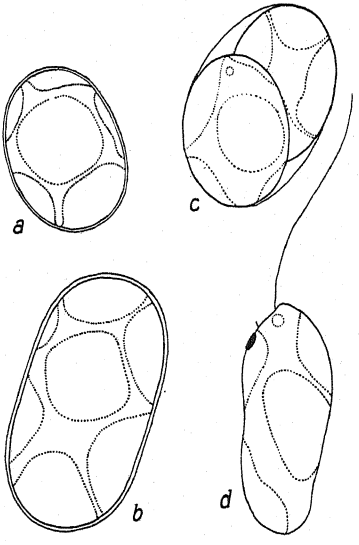


Fig. 500. *Gloeobotrys ellipsoideus:* *a* Zelle stark vergrößert; *b* besonders große Zelle; *c* Teilungsstadien; *d* Schwärmer.

beschriebene *Gloeobotrys bacillaris* KUFFERATH [Ann. Cryptog. exotique 2 (1925) 27, Abb. 6 S. 28] mit 10–15μ dicken und 20–26μ langen ellipsoidischen Zellen, die zu mehreren bis 8 (bis 30–60) in einer anscheinend sonst nicht differenzierten, nach außen scharf abgegrenzten Gallerte mehr peripher liegen. Membran derb; über die Chromatophoren liegen keine Angaben vor, außer daß Pyrenoide fehlen. Es werden in Fig. *E* Sporen mit anscheinend zweiteiliger Membran angegeben. Die Alge

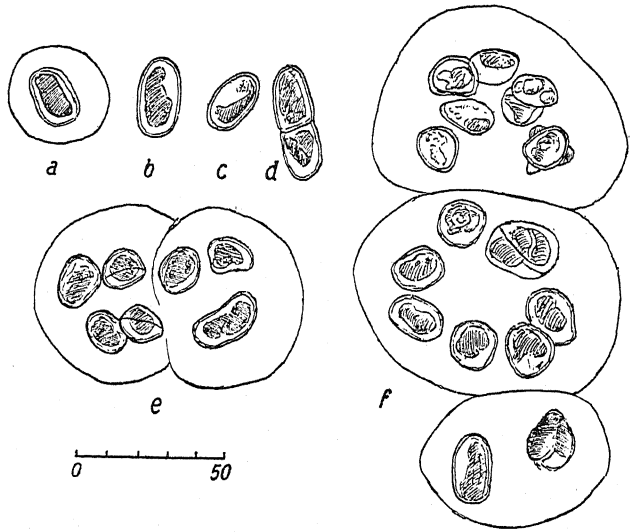


Fig. 501. Die von KUFFERATH als *Chlorobotrys bacillaris* bezeichnete Form, die zu *Gloeobotrys* gehört (direkte Reproduktion der KUFFERATHschen Abbildung).

gehört sicherlich nicht zu *Chlorobotrys*, sie wird bei näherer Untersuchung als *Allantogloea*, bzw. *Gloeobotrys* geführt werden müssen. — Costa-Rica, Berg von Barba — (Moose auf brauner Tonerde, in Wurzelwerk zwischen Laub- und Lebermoosen).

Im Anhange zu *Gloeobotrys* sei eine eigenartige, leider zu wenig gesehene, koloniale Heterococcale erwähnt (Fig. 501, 502).

Es handelt sich um vier bis 32zellige Kolonien, in denen die Zellen keine weitere Gruppierung zu Zweier- oder Vierergruppen aufzeigen, sondern gleichmäßig traubig aneinander lagern und vielleicht leicht miteinander verklebt sind. Im allgemeinen

sind die Zellen kugelig angeordnet. Die ganze Kolonie wird aber von einer sehr derben, gleichmäßig entwickelten Gallertschicht umgeben, welche die Zellen zusammenhält. In dieser derben Gallertschicht ist außer der Schichtung keine Struktur zu beobachten. Die Zellen werden später durch Erweichen der Gallerthülle frei und isolieren sich. Die einzelnen Zellen besitzen eine zarte Membran, mehrere (3–6) Chromatophoren, die wandständig und pyrenoidfrei sind. Die Vermehrung konnte nur sehr unvollständig beobachtet werden: Aufteilung des Protoplasten in zwei bis 16 oder 32 Teilprotoplasten, wobei sich die Zellen zuvor manchmal sehr stark vergrößern. Die Teilprotoplasten besitzen kontraktile Vakuolen und Stigma. Es blieb unklar, ob Schwärmer oder Autosporen aus diesen Teilprotoplasten gebildet werden. Da die weiteren Entwicklungsstadien noch unbekannt sind, so vermag ich auch nicht zu sagen, wie es zur Bildung dieser Kolonien und vor allem zur Bildung der derben, peripheren Gallertschicht kommt.

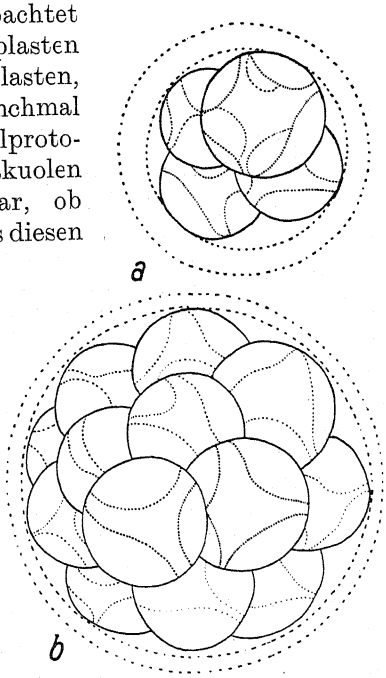


Fig. 502. Die vorläufig als *Gloeobotrys firmus* bezeichnete Alge, die vielleicht aber eine eigene Gattung darstellt. Diese Alge unterscheidet sich von den anderen *Gloeobotrys*-Arten dadurch, daß um die Kolonien eine sehr derbe, manchmal geschichtete Gallertschicht ausgebildet ist (nach Skizzen von PETROVÁ).

Zellen 10–12 μ groß, gelegentlich auch 30 μ.

Vorkommen: Keine planktontische Alge, sondern einmal in größeren Mengen zwischen den Uferalgen speziell *Rhizoclonium* des Hirnsener Teiches (N.-Böhmen) gefunden (PETROVÁ 1929).

Diese Alge (vgl. Fig. 501, 502), die gewissermaßen einen *Sphaerosorus* darstellt, welcher mit einer derben Gallerthülle umgeben ist, wird nur mit allem Vorbehalt als ***Gloeobotrys firmus*** hier eingestellt. Mit *Sphaerosorus* hat die Alge trotz der habituellen Ähnlichkeit kaum etwas zu tun. In manchen Bestimmungen bezeichnete ich sie als ***Gloeosphaeridium firmum.***

38. Chlorobotrys Bohlin (1901) (Fig. 503–518).

Name von χλωρός = grünlichgelb; ὁ βότρυς = die Traube.

Bohlin, Bidr. Kgl. Svensk. Vet.-Akad. Handl. **27** (1901) 34. — West, W. et G. S. West, Journ. Bot. **41** (1903) 78 (13). — Heering, Süßwasseralg. Schlesw.-Holst., Jahrb. wiss. Staatsanst. Hamburg **23** (1906/7) Heft 3, 108. — West und Fritsch, Treat. Brit. Fr. W. Alg. 2. Aufl. (1927) 306. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 48. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 389. — Smith, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 151, z. T. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484.

Nicht: *Chlorobotrys* im Sinne: Smith, G. M., Wisc. Geol. Nat. Hist. Surv. Bull. **57**, Ser. 12 (1920) 82. — Tiffany, Ohio State Univ. Franz Stone Lab. Contrib. **6** (1934) 33. — Geitler, Arch. Prot. **63** (1928) 77. — Pascher und Geitler, S. W. Fl. **11** (1925) 50. — Chodat bei Poulton, Thèse 77 (Univ. Genève), Fac. Sc. Lab. Bot. Ser. X, Fasc. **11** (1925) 7–20. — Chodat bei Poulton, New. Phyt. **25** (1926) 310–312.

Syn.: *Chlorococcum* z. Teil. West, Journ. Roy. Mic. Soc. (1892) 737.

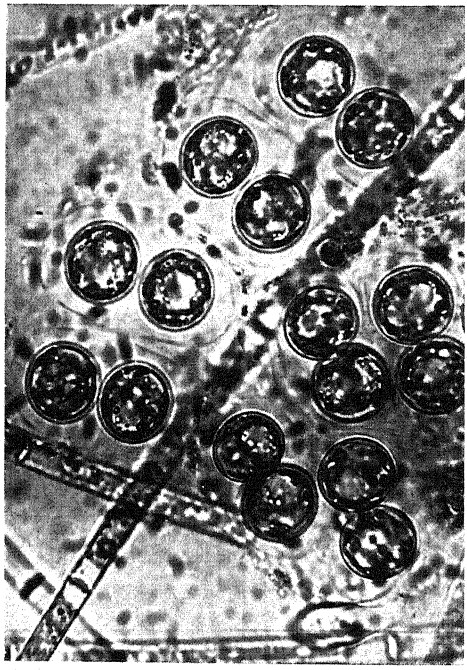


Fig. 503. *Chlorobotrys polychloris:* 16zellige Kolonie, die sich in Teilkolonien auflöst. Die Gallerte um die Zellenpaare deutlich. An den Begrenzungslinien der Gallertschichten deutliche Striche: die abgestoßenen Bruchstücke der Mutterzellhaut.

Zellen fast immer mehr oder weniger kugelig, seltener etwas länglich, bis manchmal etwas einseitig länglich, doch nicht ellipsoidisch oder walzlich, selten einzeln, meistens zu zweien, vieren, bis zu 32, in zunächst scharf umrissenen Gallertlagern liegend, in denen die meistens zunächst sehr regelmäßigen, später aber noch immer deutlich erkennbaren Zweier-, meistens aber Vierergruppen genähert bleiben. Zellen oft vorherrschend in einer Ebene liegend[1]).

[1]) Die Teilungsfolgen und die Lagerung der Teilungsebenen und damit der Zellen müssen noch studiert werden. Einige Autoren, z. B. die

Gallerte in vielen Fällen deutlich differenziert, mit zarten Schichtungen, die dadurch entstehen, daß bei der Vermehrung der Zellen um die Tochterzellen neue Gallerten gebildet werden, so daß im Prinzip *Gloeothece-* bzw. *Gloeocystis*-artige Schichtensysteme entstehen, die aber nur in seltenen Fällen deutlicher erkennbar bleiben und bald verwischt werden. Um die Zellgruppen herum deutlich die oft verquollenen Reste der zersprengten Mem-

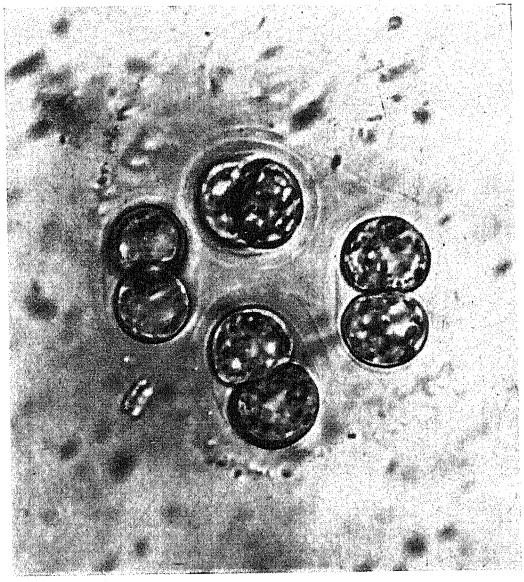


Fig. 504. *Chlorobotrys polychloris:* 8zellige Kolonie. Die Zellen durch Druck etwas verlagert. Gallertschichten sehr deutlich.

bran erkennbar, deren meist bestimmte Zahl darauf schließen läßt, daß die Mutterzellhäute in bestimmter Weise zersprengt werden (siehe Fig. 503 [Mikrophotogramm]). Zellen immer ausgesprochen kugelig, nur nach der Teilung ellipsoidisch mit fester, stark-glänzender Membran, die verkieselt ist. Zellmembran im optischen Schnitte manchmal mit zarter radialer Streifung. Ihre Oberfläche glatt, ohne Skulptur. Bei alten Zellen Membran manchmal leicht rötlich gefärbt. Die Membran ist vielleicht

---

beiden West, geben (1903) an: primarily in two directions, but afterwards in three directions. Ich sah sehr häufig flache Anordnung der Zellen. Jedenfalls sind Kolonien bis 16 Zellen recht regelmäßig, dann treten Störungen in der Lagerung ein. (Gleiches auch bei Heering, 1906, S. 109.)

im Prinzip zweiteilig[1]). HUZEL[2]) konnte zeigen, daß die Membran von *Chlorobotrys*, mit Chromsäure behandelt, in eigenartiger

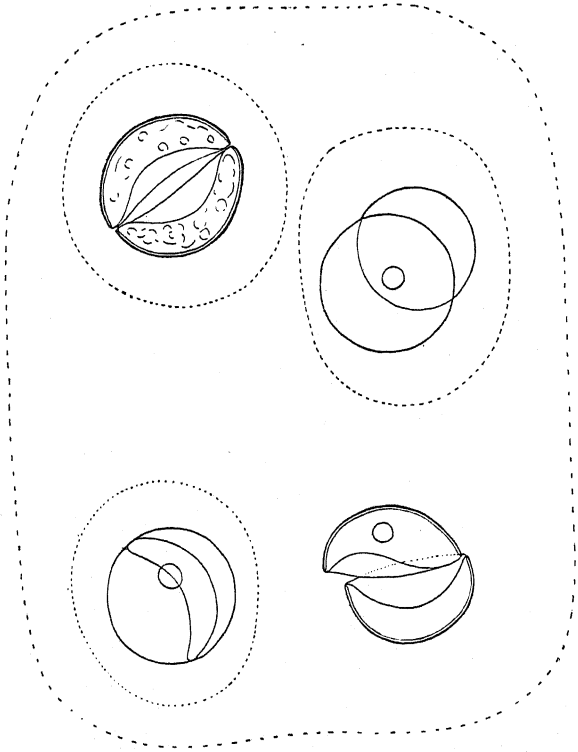


Fig. 505. *Chlorobotrys regularis:* vierzellige Kolonie mit konz. Chromsäure behandelt, Zellen in Teilung begriffen; Membran einer Zelle nicht gleichartig, sondern aus einer dicken Partie, welche die Form beibehält, und einer zarteren Partie bestehend, welche einklappte, so daß die Zellen jetzt schließlich schüsselförmige Gestalt bekommen (nach Vorlage von HUZEL).

---

[1]) In letzter Zeit gaben PRESCOTT und CROASDALE (Transact. Am. Mic. Soc. **56**, 270, Taf. 3, Fig. 7) für die von ihnen als *Chlorobotrys regularis* bezeichnete Form zweiteilige Membranen an. Zugehörigkeit zu *Chlorobotrys* aber nicht ganz sicher gestellt.

[2]) „Dann und wann wurden in fixiertem, aber auch in lebendem Material Zellen gesehen, bei welchen eine Hälfte in die andere hineingestülpt war. Die gleiche Beobachtung an fixierten Zellen erwähnt schon BOHLIN. Bei vorsichtiger Behandlung der Zellen mit starker wässeriger Chromsäurelösung konnte beobachtet werden, wie sich die eine Zellhälfte in die andere allmählich hineinstülpte, etwa so wie wenn man einen schlappen Gummiball eindrückt. Der Zellinhalt löste sich langsam auf. Hierbei leisteten die oben erwähnten, stark lichtbrechenden Körperchen der Säure am längsten Widerstand. Auch die Zellhaut wurde immer dünner, bis schließlich nur noch

Weise schalenförmig einklappt, was bei anderen Heterococcalen nicht der Fall ist.

Chromatophoren immer wandständig, einer bis zahlreiche, muldenförmig oder scheibchenförmig, gelbgrün bis trüb dunkelgrün. Chromatophoren sehr häufig in vorgeschrittenem Stadium der Zellen undeutlich werdend und oft nur in der Form eines diffusen peripheren Maschenwerkes erkennbar. (Besonders häufig in sehr saueren Gewässern, so daß vielleicht auch direkte Beziehungen zu Außenfaktoren bestehen.) In älteren Zellen auch der Inhalt vakuolisiert oder eine große zentrale Saftvakuole (siehe Fig. 517) mit zarten Plasmasträngen durchzogen. Fett- und Öltröpfchen, kleine Kriställchen, starkglänzende Ballen und sehr häufig ein gelb- bis rubinroter Öltropfen.

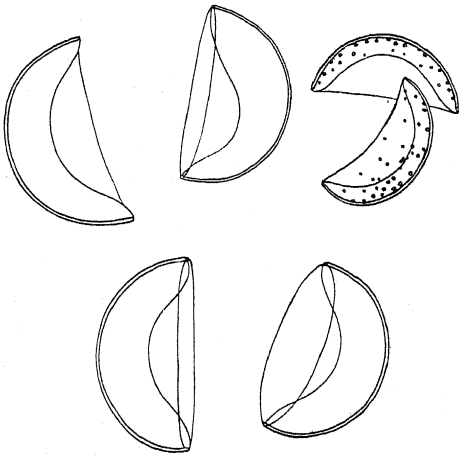


Fig. 506. *Chlorobotrys regularis:* mit Chromsäure behandelte Zellen, deren dünner Membranteil schüsselförmig eingeklappt ist (nach Vorlage von HUZEL).

Vermehrung noch nicht vollständig beobachtet. Anscheinend Autosporenbildung: in jeder Zelle entstehen zwei behäutete Tochterzellen, die durch ihr Wachstum die Mutterzellmembran wahrscheinlich in bestimmter Weise sprengen, nachdem sie verquollen ist. Die Sprengstücke der Membran an der entsprechenden Tochter-Gallertschichte deutlich zu sehen (siehe Fig. 503 [Photo]). Teilung wahrscheinlich nach zwei (vielleicht auch drei) Richtungen stattfindend. Ob die Bildung von vier Autosporen häufig vorkommt, vermag ich nicht zu sagen. Der

---

ein feines, stark lichtbrechendes Kieselsäurehäutchen zu sehen war. Dieses hatte stets die Form einer Halbzelle. Ob die eine Hälfte der Zellhaut, die sich in die andere hineingestülpt hatte, vollständig aufgelöst worden war, oder ob sie sich nur so dicht an die Innenwand der anderen Zellhälfte angeschmiegt hatte, daß sie bei ihrer Feinheit nicht mehr zu unterscheiden war, konnte nicht festgestellt werden. Die Regelmäßigkeit, mit welcher der beschriebene Vorgang eintraf, und die Art des Verlaufes läßt die Vermutung zu, daß die Zellhaut von *Chlorobotrys regularis* aus zwei verschieden beschaffenen Hälften besteht.“ HUZEL (1936/37, S. 106).

ganze Teilungsvorgang bedarf im Zusammenhange mit der Gallertbildung dringend einer genauen Untersuchung. Bewegliche Stadien sind nicht bekannt, wahrscheinlich fehlen sie ganz.

Von anderen Stadien nur Cysten bekannt, und zwar von zwei Arten: *Chl. regularis* und *Chl. polychloris*. Cysten dosenförmig, kurz walzlich, fast scheibenförmig mit flachen Enden, bei der anderen Art mehr abgeplattet kugelig. Die Membran

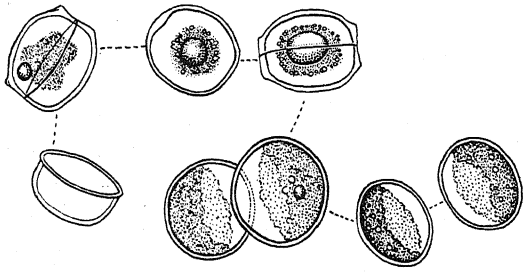


Fig. 507. *Chlorobotrys regularis:* Sporenbildung und junge Zellen. Beachte die Zweischaligkeit der Sporen (nach BOHLIN).

der Cysten besteht aus zwei relativ derben, in der Mitte aneinanderschließenden Schalen und scheint bei der einen Art, *Chl. regularis*, manchmal am abgekanteten Rande mit kleinen Warzen versehen zu sein, was anderen Heterokontencysten entsprechen würde (*Chloromeson*, *Meringosphaera*). Keimung der Cysten nicht mit völliger Sicherheit beobachtet; es scheinen nach vorangegangener Teilung zwei Zellen auszutreten. Die Zugehörigkeit der Cysten zu *Chlorobotrys* wird von POULTON bezweifelt. Doch hat POULTON keine *Chlorobotrys* untersucht: ihre *Chlorobotrys* ist eine *Vischeria*.

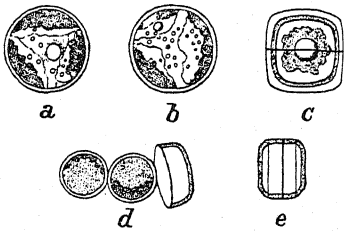


Fig. 508. *Chlorobotrys regularis:* *a*, *b* vegetative Zellen; *c* Sporenbildung; *d* Entleerung der Sporen (nach BOHLIN).

Chlorobotrys erscheint nach Ausschluß einiger Formen ziemlich homogen. Es sind nur jene Formen als *Chlorobotrys* zu bezeichnen, die der hier gegebenen Gattungsdiagnose völlig entsprechen und diese *Gloeothece*-artigen Gallertlager und die bestimmte Orientierung der Zellen aufzeigen. Bis 1932 wurden alle zellulären, nicht weiter einreihbaren Heterococcalen, soweit sie kugelig oder ellipsoidisch sind, zu *Chlorobotrys* gestellt.

Chlorobotrys kann sehr leicht mit anderen Algen verwechselt werden. Sind die Schichtungen deutlicher, so besteht die Möglichkeit, sie für *Gloeocystis* zu halten. Im anderen Falle

kann sie als *Chlorococcum* angesehen werden, und tatsächlich ist ja auch *Chlorobotrys* das erste Mal als *Chlorococcum* beschrieben worden. Eine Verwechslung mit Grünalgen (*Dictyococcus*?) ist aber bei einiger Aufmerksamkeit leicht zu vermeiden (Pyrenoid- und Stärkemangel).

Einzelne Zellen außerhalb der Gallertverbände sind nicht immer leicht zu erkennen, sie können natürlich sehr leicht mit den normalerweise isoliert lebenden Formen verwechselt werden (*Pleurochloris*, *Chloridella*, *Diachros*).

Zu untersuchen ist noch die Vermehrung, die Entleerung der Autosporen, die morphologische Zusammensetzung der Membran, die Bildung der Gallerte und der Bau der Kolonien. Bis zu einem gewissen Grade entspricht *Chlorobotrys* in ihrem kolonialen Aufbau der Blaualge *Gloeothece*. Ich habe den Eindruck, daß normalerweise die „Teilung" nur nach zwei Ebenen erfolgt.

Chlorobotrys scheint im jetzigen, wenn auch nicht ganz homogenen Umfang ökologisch recht weit gespannt zu sein. Neben Arten, die an stark humussauren Stellen vorkommen, treten Arten auf, die sauere Gewässer fast völlig meiden; typischen Wasseralgen stehen Formen gegenüber, die als Erdalgen leben.

Bestimmungsschlüssel der genauer bekannten Arten[1]:

I. Zellen unter 10 μ, meist mit einem Chromatophoren.
  1. Zellen ca. 7 μ groß . . . . . **Chlorobotrys simplex 1.**
  2. Zellen nur 4 μ (aerophile Alge) . . . . . **Chlorobotrys terrestris 2.**

II. Zellen 10 μ und größer, meist mit mehreren Chromatophoren.
  1. Nur 2–5 Chromatophoren.
    A. Zellen 10–12 μ groß . . . . . **Chlorobotrys Gloeothece 3.**
    B. Zellen 15–20 μ . . . . . **Chlorobotrys regularis 4.**
  2. Mehr Chromatophoren, Zellen 15–20 μ groß **Chlorobotrys polychloris 5.**

1. Chlorobotrys simplex Pascher (Fig. 509–511).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 334.

Abb.: Pascher, a. a. O. **77** (1932) 333, fig. 18; 334, Fig. 19.

Zellen einzeln oder bis zu vieren (selten zu achten) in kleinen, *Gloeocystis*-artigen Kolonien, in denen die Zellen paarweise

[1]) *Chlorobotrys* umfaßt sicher viel mehr Arten.

in Gallertschichten zusammengefaßt sind oder seltener zu vieren beisammen liegen. Gallerte sehr zart; Schichten oft nur schwer

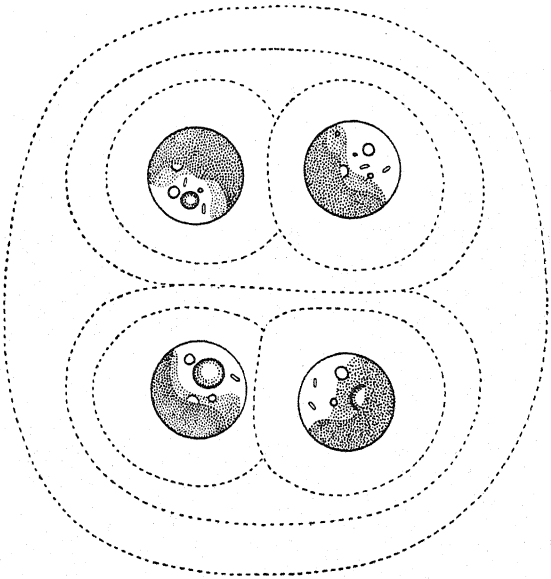


Fig. 509. *Chlorobotrys simplex:* 4zellige Kolonie mit weicher Gallerte.

bemerkbar, ihre Höfe oft sehr weit. Zellen kugelig, mit fester, oft mit auffallend starker, manchmal leicht bräunlicher Membran, die keine Skulpturen zeigt. Chromatophor immer nur einer, wandständig, topf- bis napfförmig, annähernd die halbe Zelle, häufiger weniger, seltener mehr auskleidend,

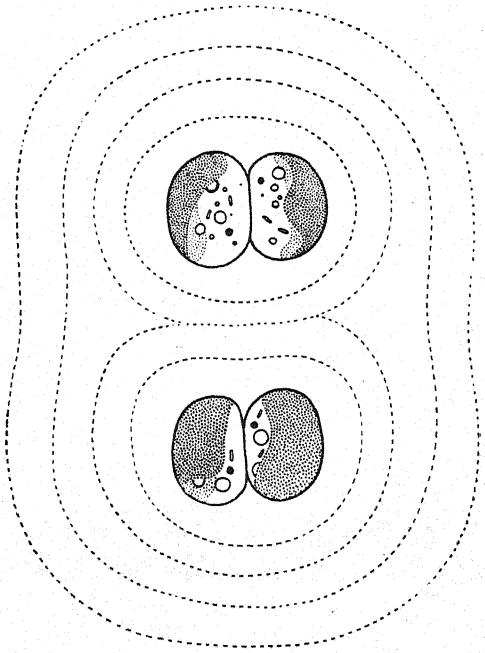


Fig. 510. *Chlorobotrys simplex:* 4zellige Kolonie mit derber Gallerte.

ohne Pyrenoid. Öltropfen farblos oder gelblich, ein oder zwei davon fast schwarzrot leuchtend. Autosporen zu zweien, seltener zu vieren gebildet; im letzteren Falle liegen die von Gallerte umhüllten Einzelzellen gleichmäßig innerhalb einer gemeinsamen Gallerte, ohne zu zweien durch Gallertschichten zusammengefaßt zu werden. Sporen nicht beobachtet.

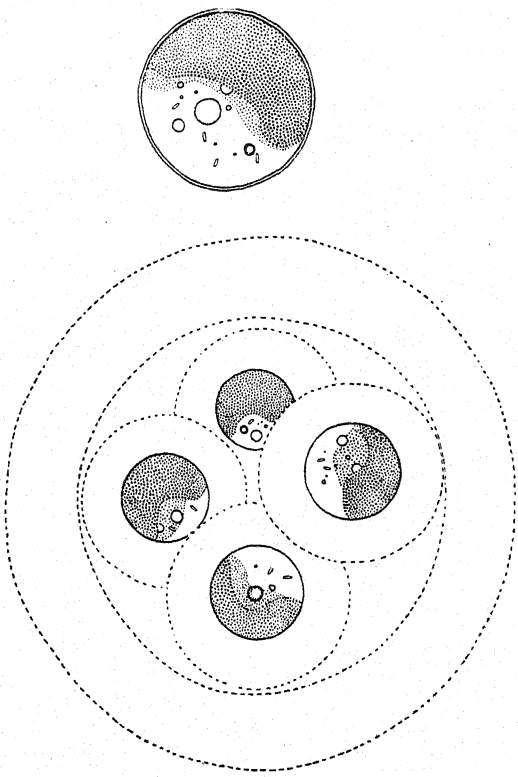


Fig. 511. *Chlorobotrys simplex:* oben einzelne Zelle, unten vierzellige Kolonie, die vier Zellen hier tetraedrisch gelagert, jede einzelne Zelle mit Spezialgallerte.

Zellen ca. 7 μ groß.

Vorkommen: Wiederholt zwischen anderen Algen liegend aus den Torfgräben bei Franzensbad und aus den Kolken am Pirtschenteich bei Großsiehdichfür. Häufig zusammen mit *Hormotila* (?). Wahrscheinlich auf niedere p_H-Werte eingestellt.

Da die Gallertsysteme an dieser Art gewöhnlich sehr schwer sichtbar sind, macht die Alge bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck isolierter *Pleurochloris*-Zellen.

2. Chlorobotrys terrestris (Fig. 512).

Kolonien meist nur aus zwei Zellen bestehend, seltener vierzellig. Gallerte sehr weich und sehr leicht verquellend, daher die baldige Auflösung mehrzelliger Kolonien in zweizellige Gruppen. Zellen sehr klein, meist nur um 4 μ messend, mit einem einzigen wandständigen Chromatophoren, der häufig trübgrün und manchmal fast farblos ist. Zellhaut meist auffallend derb, manchmal rötlich verfärbt. Vermehrung durch Bildung von zwei Autosporen, bei deren Austritt die Mutterzellhaut zersprengt wird. Die Reste der Mutterzellhaut oft lange in den Gallerten sichtbar. Die äußeren Gallerten sehr bald verschwindend, so daß nur zweizellige Verbände zustande kommen.

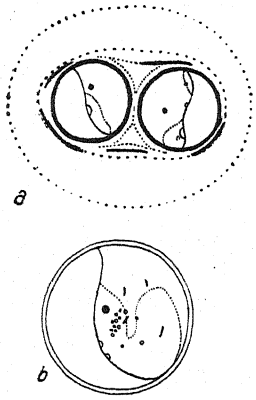


Fig. 512. *Chlorobotrys terrestris:* *a* zweizellige Kolonie, Membran eisengebräunt; Bruchstücke der Mutterzellhaut in der Gallerte; *b* einzelne Zelle.

Vorkommen: Erdalge, an feuchten Stellen, Grund von Mauern und Bäumen. Vielleicht auf größeren Gehalt an organischen Substanzen angewiesen. Kralup bei Prag am Grunde von Weiden (Petrová) und einer Mauer längs der Moldau. In einer nicht völlig übereinstimmenden (etwas größeren) Form aus einem Graben bei Ischl (Oberösterreich).

Die Alge scheint nicht tief in den Boden vorzudringen, sie lebt mehr oberflächlich.

Es gibt noch mehr *Chlorobotrys*-Arten mit Zellen aus dieser Größenklasse. Eine davon bildet wie *Chlorobotrys terrestris* dadurch, daß die Gallertschichten sehr leicht verschleimen, meist nur zweizellige Kolonien. Ihre Membran ist sehr zart, meist ist nur ein Chromatophor vorhanden, der vielleicht ein Pyrenoid besitzt. Eine andere Art bildet bis 16zellige Kolonien, hat derbe, hautartige Gallerten und einen Chromatophoren, der sehr tief gelappt ist und dadurch mehrere Chromatophoren vortäuscht.

3. Chlorobotrys Gloeothece (Fig. 513, 514).

Die wenigzelligen (maximal bis 8 Zellen) Kolonien mit meist sehr deutlichen, oft sogar sehr derben Gallertschichten, die nicht selten braun verfärbt sind; in den Gallertschichten oft

sehr lange die Bruchstücke der entleerten Mutterzellhäute zu bemerken. Zellwand meist sehr derb, oft rotbraun verfärbt, vielleicht bei besonders dicken Membranen mit einer zarten radiären Struktur (Ähnlichkeit mit *Sklerochlamys*). Chromatophoren 3–5, meist nur drei, oft sehr ungleich groß, manchmal sehr undeutlich, nicht selten auch auffallend blaß. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 10–12 μ groß.

Vorkommen: Auf überrieselten Sandsteinfelsen; auch auf feuchter Erde (Elbsandsteingebirge [Böhmen], Riesengebirge). Wahrscheinlich kalkholde Form. Doch in einer etwas größeren Form von einem Urgestein a. Millstätter See (Kärnten).

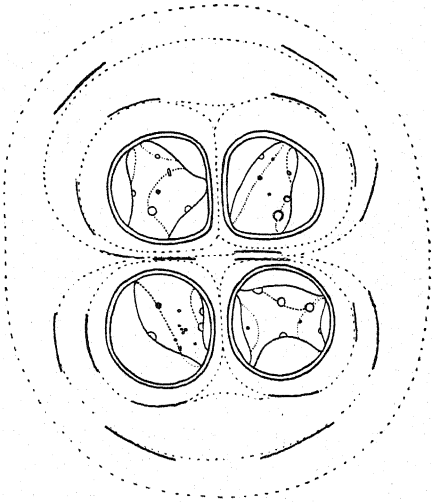


Fig. 513. *Chlorobotrys gloeothece:* 4zellige Kolonie, Zellen derbwandig. Die Bruchstücke der Zellmembran zweier Zellengenerationen in der Gallerte.

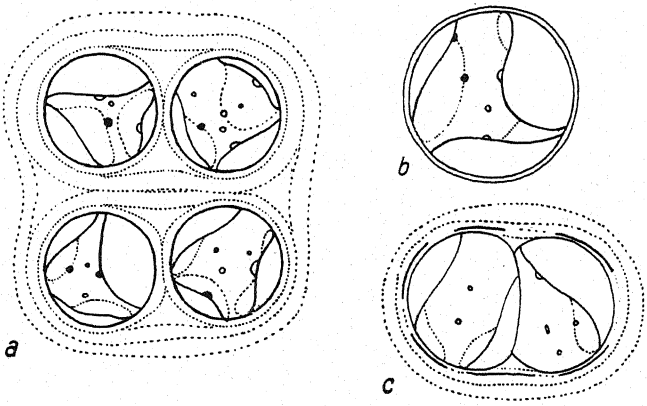


Fig. 514. *Chlorobotrys gloeothece:* *a* vierzellige Kolonie; *b* Einzelzelle; *c* Teilung, Bruchstücke der Mutterzellhaut.

4. Chlorobotrys regularis Bohlin (1901) (Fig. 507, 508, 515, 516).

Bohlin, Bidr. Kgl. Svensk. Akad. Handl. **27** (1901) 34. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23** (1905) (z. Teil 1906), Heft 3, 109. — W. et G. S. West, Journ. of Bot. Bull. **41** (1903) 78 (pro parte). — Pascher,

S. W. Fl. **11** (1925) 49. — West u. Fritsch, Treat. Brit. Freshwater-algae. 2. Aufl. (1927) 306 (z. Teil). — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 484/5. — Huzel, Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz **1936** (1937) 106.

Syn.: *Chlorococcum regulare* W. West, Journ. Roy. Micr. Soc. (1892) 737.

Abb.: Bohlin, a. a. O. **27** (1901) Fig. 9 d. Taf. — W. et G. S. West, a. a. O. **41** (1903) Taf. 447, Fig. 7–10 (pro parte). — W. West, a. a. O. (1892) Taf. 10, Fig. 55 (fide Heering). — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. Bd. **3** (1927) Fig. 290. — Pascher, a. a. O. **11** (1925) 49, Fig. 30*a–e* (nach Bohlin); Hedwigia **53** (1912) Fig. 4*a–b*. — Huzel, a. a. O. (1937) Taf. 8, Fig. 37, 38.

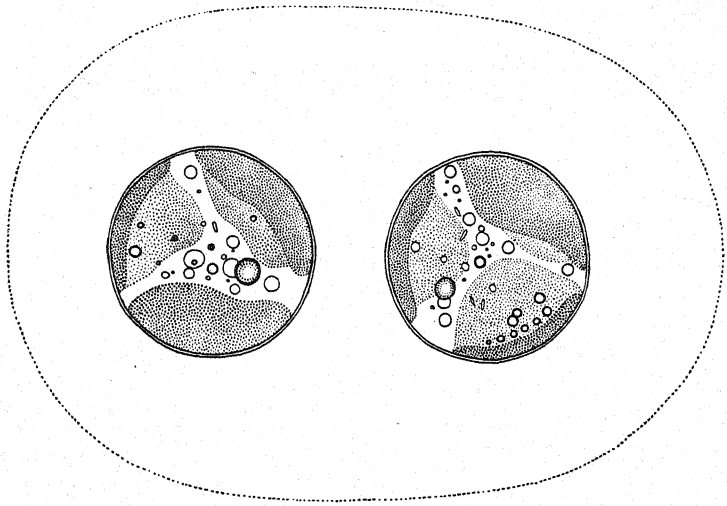


Fig. 515. *Chlorobotrys regularis:* zweizellige Kolonie.

Zellen ausgesprochen kugelig, zu zwei, vier oder sechzehn, seltener noch mehr, in zuerst scharf umrissenen Gallerten so vereinigt, daß regelmäßige Zweier- oder Vierergruppen entstehen. Gallerten oft zart differenziert, leichte Schichten aufweisend, die den Gallertanteilen der einzelnen Tochtergenerationen entsprechen. Die Lager lösen sich mit der Zeit in kleine Teillager auf. Um die Zellgruppen sind meist deutlich in Form stark glänzender Teilkonturen die Reste der Mutterzellmembranen zu sehen. Membran im ausgewachsenen Zustand der Zelle meist fest, manchmal leicht gelblich gefärbt. Chromatophor in jungen Zellen meist nur einer, in ausgewachsenen Zellen 2–3, sehr selten 4, nur an jungen und voll lebenskräftigen Zellen deutlich bemerkbar, später aber diffus und in ganz alten, degenerierten Zellen nur in Form eines grünen Maschenwerkes vorhanden.

Vermehrung durch Autosporenbildung, meistens zwei, oder vier, wobei die Teilungen nach zwei Richtungen hin erfolgen. Junge Zellen mehr ellipsoidisch, in kurzer Zeit kugelig werdend, Sporen von BOHLIN beobachtet[1]) mit zweischaliger Membran, kurz walzlich, dornförmig, mit abgerundeten oder kantigen Enden und, wie zwei Figuren BOHLINs zeigen, vielleicht mit kleinen Warzen am Rande der Endflächen besetzt. Keimung durch Bildung zweier Zellen, die durch Aufklappen frei werden. Andere Stadien nicht beobachtet[1]).

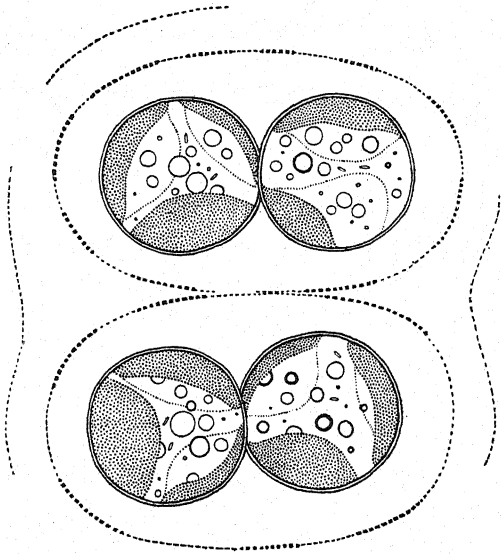


Fig. 516. *Chlorobotrys regularis:* vierzellige Kolonie. In den Gallertschichten angedeutet die Sprengstücke der Mutterzellmembran.

Zellen 15–20 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Sehr verbreitete, im ganzen Gebiete vorkommende Alge, die mehr in sauren Gewässern, speziell im Schleime verschiedener Wasserpflanzen und Algen lebt. Stellenweise weniger verbreitet und häufig als *Chlorobotrys polychloris*.

In den Transact. Americ. Microsc. Soc. **56** (1937) 270, Taf. 3 Fig. 7, geben PRESCOTT und CROASDALE als *Chlorobotrys regularis* eine Form an, bei der die Zellen in Vierergruppen

[1]) POULTON bezweifelt die Zugehörigkeit dieser Sporen zu *Chlorobotrys*, da sie bei ihrer „*Chlorobotrys*" *stellata* keine solchen Sporen fand. „*Chlorobotrys*" *stellata* ist aber eine *Vischeria*. Die Folgerung von POULTON trifft daher nicht zu.

innerhalb der zwei voneinander getrennten Membran-Hälften der Mutterzellen liegen. Zugehörigkeit zu *Chlorobotrys regularis* nicht sicher.

Chlorobotrys regularis ist in dem hier gegebenen Umfange nicht ganz einheitlich. Sie besteht sicher aus mehreren konstanten Rassen, die, so lange keine Kulturversuche darüber gemacht werden, nicht zu erfassen sind. Die Rassen weichen vor allem durch Größenunterschiede voneinander ab, wobei aber die Durchschnittsgrößen für jede Rasse sehr konstant sind.

Neben der rein kugeligen Form tritt auch eine Form mit etwas kleineren Zellen und weniger Chromatophoren auf, die nicht immer kugelig, sondern manchmal sehr kurz ellipsoidisch bis angedeutet eiförmig sind. Diese Form hat mit *Chlorobotrys regularis* nichts zu tun. Sie weicht auch dadurch biologisch von ihr ab, daß sie mehr an den feuchten, überrieselten oder durch kapillare Saugung feucht gehaltenen Hängen und Böschungen der Torfmoore und Torfstiche, sowie in Torfgräben vorkommt. Ich vermag aber nicht zu sagen, ob dies die primären Standorte dieser Alge sind. In der letzten Zeit fand ich diese Form an überrieselten Felsen des Graukogels bei Bad Gastein.

5. Chlorobotrys polychloris Pascher (1925) (Fig. 503, 504, 517, 518).

Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 50. — Smith, G. M., Wisc. Geol. and Hist. Survey, Bull. **57** (1920) Ser. 12, S. 82.

Abb.: West, W. et G. S. West, Journ. of Bot. **41** (1903) Taf. 447, Fig. 7–10 (behandelt unter *Chlorobotrys regularis*). — W. West, Journ. Roy. Micr. Soc. (1892) Taf. 10, Fig. 55 (? pro parte = *Chlorobotrys regularis*). — West u. Fritsch, Treat. Brit. Freshwater-Algae. 2. Aufl. (1927) 306, Fig. 128 (unter *Chlorobotrys regularis*). — Pascher, a. a. O. **11** (1925) 49, Fig. 30, die beiden unteren Figuren (nach West). — Smith, G. M., a. a. O. **57** (1920) Taf. 15, Fig. 10. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 485, Fig. *D*.

Zellen mehr oder weniger doch meist schön kugelig[1]) mit fester, oft sogar derber Membran, die manchmal leicht rötlich gefärbt ist. Wie *Chlorobotrys regularis* als Zweier- oder Vierergruppen in distinkte und meist auch scharf umrissene Gallerte eingelagert, die ebenfalls alte Membranrestezeigen

[1]) Rich, Fl. gibt (1933 S. 21) an, daß sie in Leicestershire eine Form mit nicht ganz runden Zellen gefunden habe. Die Zellen waren gewöhnlich zu zweien beisammen. Rich führt diese Form als fraglich zu *Chlorobotrys regularis* gehörig an.

kann. Chromatophoren zahlreich, wandständig, relativ klein und scheibchenförmig, manchmal sehr platt. Sehr vorgeschrittene Zellen verlieren die scharfe Differenzierung der Chromatophoren, bekommen ein maschiges Aussehen, während der Chromatophorenapparat förmlich diffus netzförmig wird. Cysten nicht mit Sicherheit beobachtet. Zweischalige Cysten,

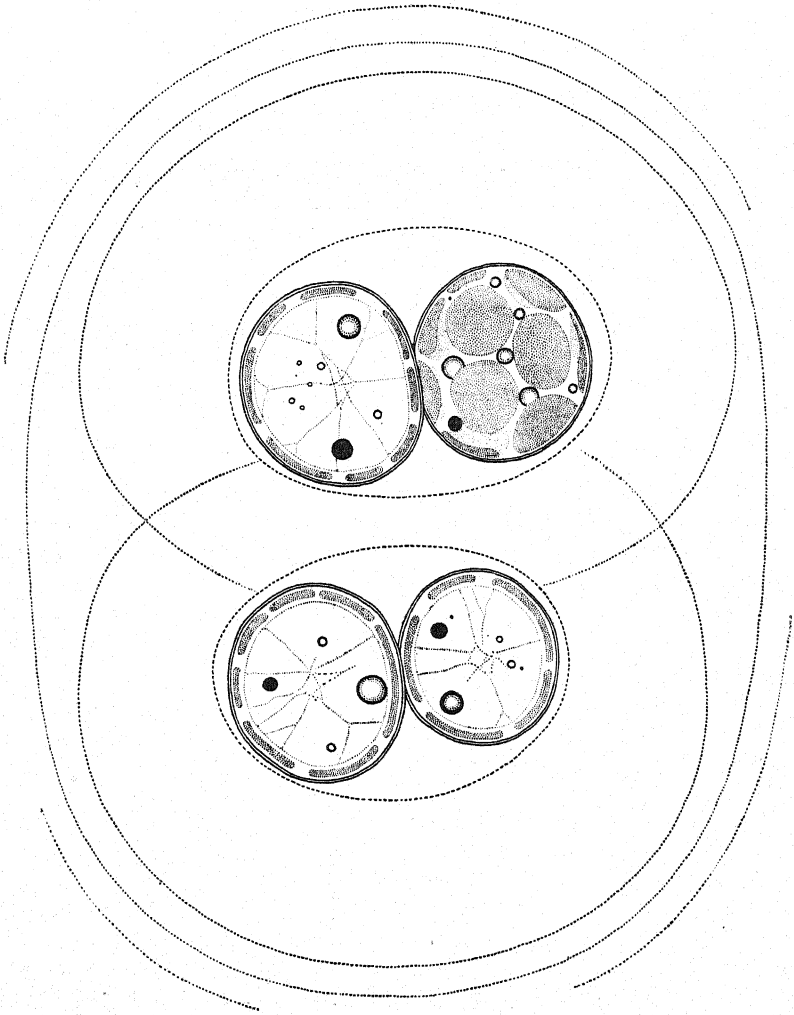


Fig. 517. *Chlorobotrys polychloris:* vierzellige Kolonie; beachte die Gallerthüllen, drei Zellen im optischen Längsschnitt, die große Zellsaftvakuole durchsetzt von zarten Plasmalamellen; in jeder Zelle ein großer, roter Exkretöltropfen; Zelle rechts oben von der Oberfläche aus gesehen.

die ich mit *Chlorobotrys polychloris* zusammen sah, sahen den Cysten von *Chlorobotrys regularis* ähnlich, besaßen aber keine flachen Enden, sondern waren wie die Cysten beispielsweise von *Characiopsis Pirottae* einfach etwas abgeflacht breitkugelig. Es ist sehr wahrscheinlich, doch nicht sicher, daß diese Cysten zu *Chlorobotrys polychloris* gehörten.

Zellen ca. 18–23 μ groß, manchmal kleiner.

Vorkommen: Häufige Alge, die in einzelnen Rassen dadurch von *Chlorobotrys regularis* abweicht, daß sie, soweit ich sah, in nicht oder in nur sehr schwach saueren Gewässern vorkommt. Vielleicht die verbreiteste *Chlorobotrys*-Art. Auch nach SKUJA (1927) in Lettland häufiger als *Chlorobotrys regularis*. Sicher in mehrere ökologische Rassen zerfallend. Tritt auch in einer etwas kleineren Form auf (maximal 15 μ).

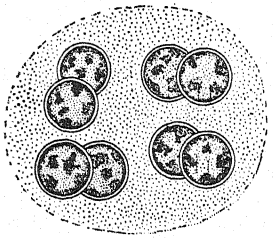


Fig. 518. *Chlorobotrys polychloris:* achtzelliges Lager (nach WEST); Zellen räumlich gelagert.

Aus *Chlorobotrys* im gegebenen Umfang müssen folgende bisher als *Chlorobotrys* bezeichnete Algen herausgenommen werden: *Chlorobotrys neglectus* PASCHER und GEITLER (S. W. Fl. **11** [1925] 50, fig. 32). Diese Alge lebt einzeln und bildet niemals die für *Chlorobotrys* charakteristischen Gallertkolonien. Sie gehört zu *Chloridella* (siehe S. 361).

Chlorobotrys bacillaris KUFFERATH [Ann. Cryptog. exotique **2** (1929) 27] gehört schon wegen der Zellform nicht zu *Chlorobotrys* (siehe S. 642).

Chlorobotrys solitaris GEITLER (Arch. Prot. **63** [1928], 77, fig. 5*a*, *b*) lebt ebenfalls einzeln. Ist wegen der Zellform zu *Ellipsoidion* zu stellen (siehe S. 413).

Chlorobotrys limneticus G. M. SMITH (Transact. Wisc. Ac. Sc. **19** [1918] 1, 653, Taf. 14, Fig. 10) bildet kleine dreidimensionale Gallertlager und hat ellipsoidische Zellen. Siehe *Gloeobotrys limneticus* S. 637.

Chlorobotrys stellatus CHODAT und POULTON ist *Vischeria stellata* (siehe S. 553).

Die von JAMES (BBC. **53**A [1935] 545, fig. 121) als mögliche *Chlorobotrys* abgebildete Alge gehört wegen ihrer zweiteiligen Membran zu *Diachros* (siehe S. 373).

Anhang zu den Gloeobotrydaceen.

Neben den hier behandelten Gattungen *Gloeobotrys* (einschließlich *Allantogloea*) und *Chlorobotrys* gibt es noch andere Gloeobotrydaceen-Gattungen, deren Gallertkolonien aber anders gebaut sind. Von diesen noch zu wenig gesehenen Gattungen

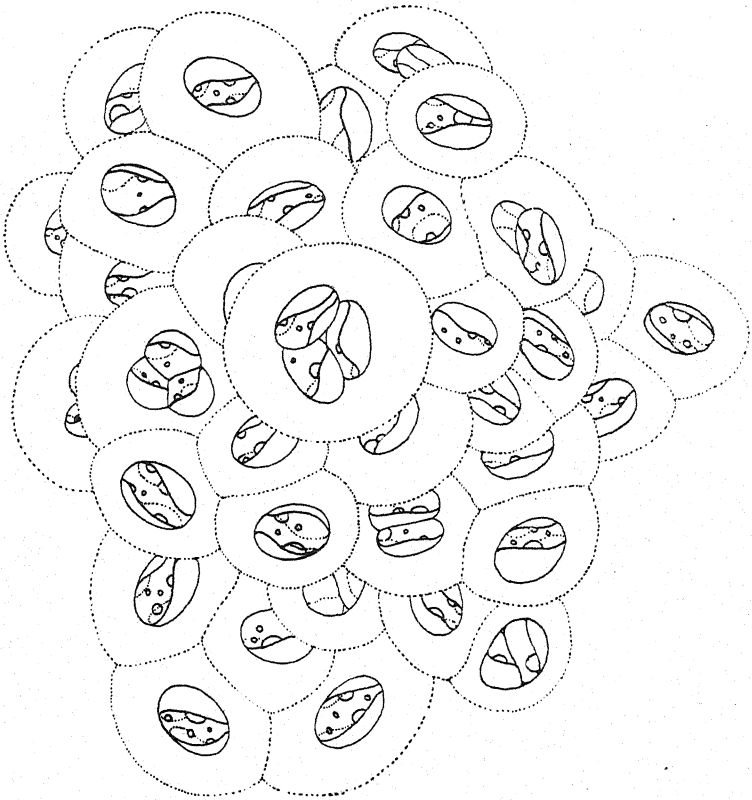


Fig. 519. *Merismogloea composita:* kleines Lager.

sei hier nur eine erwähnt: die einzelnen Zellen sind mit großen Gallerthöfen umgeben, bei der Teilung bildet jede Tochterzelle einen neuen Gallerthof, während die Gallerthöfe der Mutterzellen undeutlich werden. Die einzelnen Zellen verkleben mit ihren Gallerthöfen und bilden dadurch eigenartige, im mikroskopischen Bild froschlaichartige, traubig zusammengesetzte Kolonien, die sich durch Druck oft in ihre aus ein, zwei oder vier Zellen bestehenden Teile zerdrücken lassen. Die Alge

bildet sehr blaß grüne, schlüpfrige und eigenartig glänzende Gallertklümpchen. Die Zellen sind ellipsoidisch und besitzen meist zwei wandständige, muldenförmige Chromatophoren. Die Teilung erfolgt etwas schief, oft folgen zwei Teilungen

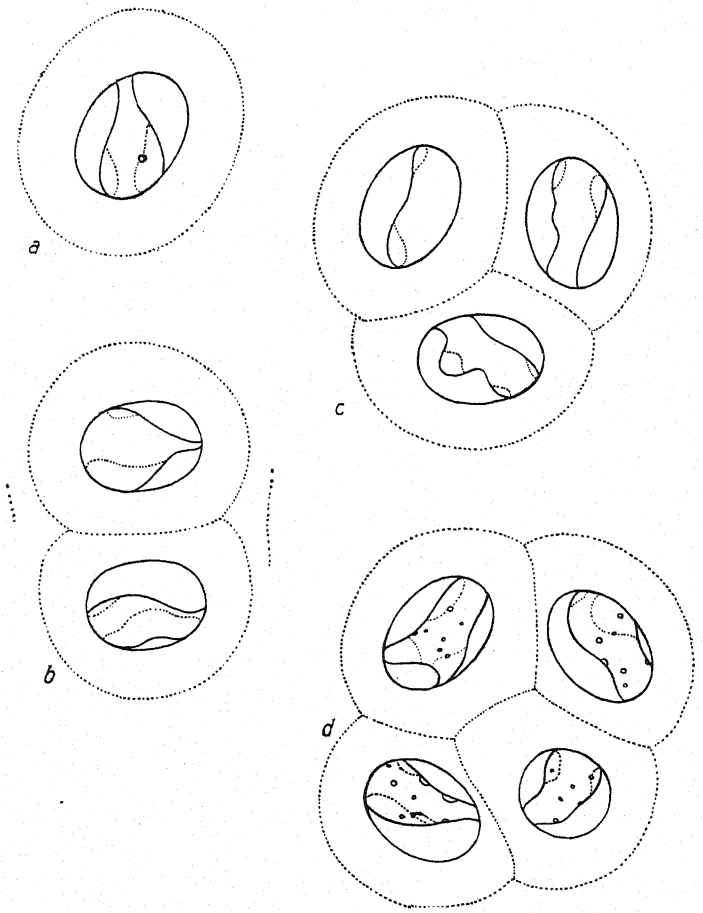


Fig. 520. *Merismogloea composita:* *a* Einzelzelle; *b* Zweizellenstadium; *c, d* Vierzellenstadium.

rasch aufeinander. Auf diese Weise entstehen Zweier- oder Vierer-Zellgruppen. Die jungen Tochterzellen besitzen manchmal kontraktile Vakuolen und Augenfleck, wahrscheinlich ist neben der Autosporen- auch Schwärmerbildung vorhanden. Die Alge sitzt auf Wasserpflanzen fest, es ist aber nicht aus-

geschlossen, daß sie sich gelegentlich auch loslöst und im Wasser treibt. Ich bezeichnete diese Gloeobotrydacee in meinen Notizen als ***Merismogloea ellipsoidea***[1]) (siehe Fig. 519, 520), möchte aber dazu bemerken, daß es auch Formen gibt, deren Gallertkolonien zwar genau so gebaut sind, deren Zellen aber kugelig sind.

Botryochloridaceae.

Zellen kugelig, kurzwalzlich bis nadelförmig, nicht einzeln, sondern zu zweien, vieren bis zu vielen in unregelmäßigen bis sehr regelmäßigen Kolonien dadurch vereinigt, daß die Zellen seitlich oder an einem Ende miteinander verkleben. Kolonien niemals von einer gemeinsamen Gallerte umgeben, auch die Zellen niemals in eine solche Gallerte eingebettet. Zellen in den Kolonien entweder regellos oder geordnet, im letzteren Fall meist zu vieren, seltener zu zweien bis vielen. Kolonien traubenförmig oder schön kugelig, bei vierzelligen Kolonien die Zellen quadratisch oder tetraedrisch oder büschelförmig verbunden. Solche vierzellige, speziell tetraedrische Kolonien können wieder zu Verbänden zusammentreten und auf diese Weise unregelmäßige Kolonien zweiter Ordnung, bestehend aus Vierer- oder Zweiergruppen von Zellen, bilden.

Vermehrung durch Schwärmer oder Autosporen. Schwärmer meist nur relativ kurze Zeit beweglich. Autosporen zu zweien, sehr häufig zu vieren, doch auch zu vielen bis 32 gebildet, bei manchen Gattungen bereits in der Mutterzelle zu Kolonien zusammentretend und zusammen als Tochterkolonien aus den Mutterzellen austretend.

Die Botryochloridaceen stellen jene koloniale Weiterentwicklung der Pleurochlorideen und Botrydiopsideen dar, bei der die Koloniebildung durch Verklebung der Tochterzellen zustande kommt.

Die Gattungen der Botryochloridaceen lassen sich im Sinne der zunehmenden Vereinigung der Zellen zu Kolonien anordnen. Bei *Botryochloris* die Zellen lose und nur leicht und unregelmäßig zu Kolonien verklebt; *Ilsteria*, *Tetraktis* und *Raphidiella*: Kolonien bereits regelmäßig aus zwei oder meist vier Zellen bestehend; *Chlorellidium:* solche zwei- oder vierzellige Gruppen neuerlich gewissermaßen zu Kolonien zweiter Ordnung vereinigt. Die fortgeschrittensten Stufen dieser Entwicklung: Vereinigung

[1]) Name von *μερισμός* = Zergliederung, Aufteilung; *γλοῖος* = schleimig, klebrig.

der Zellen zu festen, dreidimensionalen, fast parenchymatischen Verbänden sind noch nicht bekannt, aber nicht auszuschließen. Die gleiche Entwicklung im Sinne der zunehmenden Verbindung der Zellen ist auch bei den festsitzenden Heterococcalen angedeutet. Einzelne oder unregelmäßige Gruppen bildend: *Characiopsis;* festsitzende Zweier- oder Vierergruppen: *Lutherella;* solche Zellgruppen zu festen, einschichtigen, parenchymatischen, aufsitzenden Zellflächen vereinigt: *Chloropedia.*

Bei den Botryochloridaceen lassen sich drei Reihen von Gattungen unterscheiden.

I. In den regellos traubigen bis schon kugeligen, meist aus vielen Zellen bestehenden Kolonien ist eine Gruppierung der Zellen zur Vierer- oder Zweiergruppen nicht zu erkennen . . . . . **Botryochlorideae** (S. 667).

II. Zellen in deutlichen Vierergruppen.
   1. Jede Vierer- (seltener Zweier-) Gruppe von Zellen bildet eine selbständige Kolonie . . . . . **Tetraktideae** (S. 670).
   2. Die vielzelligen Kolonien setzen sich aus Vierergruppen von Zellen zusammen . . . . . **Chlorellidieae** (S. 683).

Botryochlorideae.

Zellen zu mehreren bis sehr vielen zu unregelmäßigen oder ellipsoidischen bis kugeligen Kolonien dadurch vereinigt, daß die Zellen, ohne sich sehr oder überhaupt abzuplatten, seitlich miteinander verkleben. Zellen innerhalb der Kolonie mit Ausnahme der Vermehrungsstadien keine zwei- oder vierzelligen Verbände bildend, sondern ziemlich gleichmäßig angeordnet. Membran glatt. Über die Zusammensetzung der Membran, ob einteilig oder zweiteilig, nichts Sicheres bekannt; so viel gesehen, wahrscheinlich einteilig. Vermehrung durch Schwärmer oder Autosporen, wobei die einzelnen Zellen der Kolonie bei manchen Formen sehr in die Größe wachsen und sehr viele (bis 32) Autosporen bilden können. Autosporen unter Umständen bereits miteinander verklebt, also als kleine Kolonie aus der Mutterzelle austretend.

Koloniale Weiterentwicklung der *Pleurochlorideae.* Die Koloniebildung ist bei den *Pleurochlorideae* und auch bei den *Botrydiopsideae* bereits dadurch angedeutet, daß bei diesen genannten Reihen die zu mehreren bis vielen gebildeten Autosporen manchmal nach dem Austritt aus der Mutterzelle längere Zeit beisammenbleiben. Die *Botryochlorideae* stellen gewissermaßen jene *Pleurochlorideae* und *Botrydiopsideae* dar, bei denen die freiwerdenden Autosporen regelmäßig verbunden bleiben.

Derzeit zwei Gattungen bekannt:

I. Kolonien unbestimmt geformt, unregelmäßig traubig aus mehreren bis sehr vielen Zellen bestehend . . . . . **Botryochloris *39.***

II. Kolonien zu allermeist kugelförmig, aus 4–32 Zellen bestehend, die ziemlich regelmäßig angeordnet sind; Autosporen bereits zu kleinen Kolonien vereinigt austretend . . . . . **Sphaerosorus *40.***

39. Botryochloris Pascher (1930) (Fig. 521–525).

Name von *ὁ βότρυς* = die Traube; *χλωρός* = grünlichgelb.

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 440.

Zellen kleine traubige, bis 100 Zellen und mehr zählende Lager bildend, die nicht von einer gemeinsamen Gallerte umgeben werden, sondern wahrscheinlich nur an den Berührungsstellen durch zarte Schleimmassen aneinander kleben und sich immer wieder in Teilkolonien auflösen.

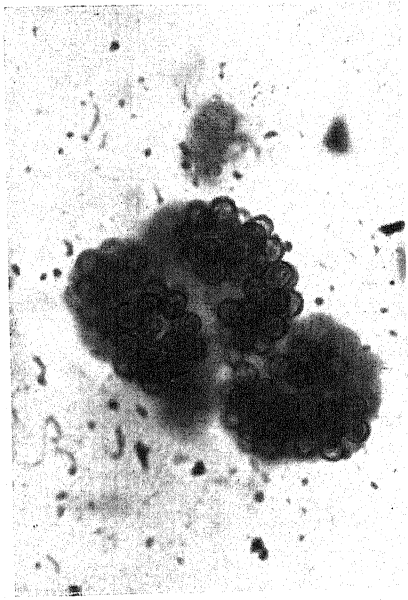


Fig. 521. *Botryochloris cumulata:* Kolonie sich in kleine Teilkolonien auflösend.

Zellen dicht gedrängt, manchmal sich gegenseitig abplattend, kugelig bis kurz eirund oder kurz ellipsoidisch. Bei großen Kolonien die zentralen Zellen oft direkt polyedrisch abgeplattet. Membran sehr zart, nicht skulpturiert, wahrscheinlich aus einem Stücke bestehend. Chromatophoren meist zwei, seltener drei, bei einer Art einer. Sonst wie üblich. Vermehrung durch Schwärmer, die bei manchen Arten vielleicht die Nebengeißel völlig reduziert haben und zu zweien oder vieren in den Zellen gebildet werden, sehr amöboid sind und meist nur einen, seltener zwei Chromatophoren haben. Schwärmer sehr bald meist nach wenigen Sekunden, meist neben den bereits vorhandenen Zellen zur Ruhe kommend. Hauptsächliche Vermehrung aber durch Autosporenbildung; diese, meist zu zwei oder vier bis vielen gebildet, trennen sich nicht völlig voneinander. Sporen nicht gesehen.

Botryochloris kann sehr leicht mit kleinen Chlorellen oder Protococcaceen verwechselt werden, bei denen ebenfalls manche Arten kleine traubige, nicht von Gallerte umhüllte Lager bildet. Eine Verwechslung mit *Botryococcus* ist kaum möglich, da bei dieser Gattung die Zellen durch eine Gallertmasse zusammengehalten werden, in der sie peripher mehr oder weniger versenkt sind. *Chlorobotrys* hat die Zellen zu zweien oder vieren in einer oft scharf umrissenen, geschichteten Gallerte angeordnet. Bei *Pleurochloris* trennen sich die Zellen bereits frühzeitig voneinander. Die ähnliche *Botryosphaera* ist eine Chlorophycee.

Neben den hier behandelten Formen mit kugeligen Zellen gibt es auch Ausbildungen mit mehr eiförmigen, ja kurz und breit ellipsoidischen Zellen. Solche finden sich in Rohkulturen nicht selten, es sei daher ausdrücklich auf sie verwiesen, da ich sie nicht vollständig studieren konnte.

Die Gattung ist sehr artenreich und, da nach einem recht äußerlichen Merkmal umrissen, wahrscheinlich nicht einheitlich.

Von den vielen hierher zu stellenden Heterococcalen nur drei Arten besser bekannt:

I. Zellen sehr klein, 3–7 μ messend, meist sehr lockere Verbände bildend **Botryochloris minima 1.**

II. Zellen 10 μ und mehr messend.
  1. Mehrere Chromatophoren . . . . . **Botryochloris cumulata 2.**
  2. Ein, seltener zwei Chromatophoren . . . . **Botryochloris simplex 3.**

1. Botryochloris minima (Fig. 522).

Kleine, oft sehr wenigzellige Kolonien, meist in der Form unregelmäßiger Kolonien. Zellen zu allermeist kugelig, nur hier und da in der Mitte größerer und dichterer Kolonien etwas bis sehr abgeplattet. Kolonien ungemein locker und sich unter Druck sehr leicht in die Einzelzellen auflösend. Membran sehr zart, nur selten derber. Chromatophor meist einer, nicht selten sehr klein. Nur in größeren Zellen (Teilungshemmung?) zwei. Schwärmer auffallend gestreckt walzlich, mit sehr kurzer Nebengeißel. Stigma deutlich, oft auffallend groß.

Zellen 3 bis 7, meist nur um 5 μ groß.

Vorkommen: Vielleicht recht verbreitete Alge, die wahrscheinlich höhere Stickstoffmengen bevorzugt. In Straßenpfützen im Salzkammergut. Rauhe Alb; aus einem Graben in einer sehr gedüngten Wiese. Auffallenderweise auch aus einem Moortümpel bei Millstatt in Kärnten (in der Nähe des Egelsees).

Manchmal sind die Kolonien dieser Alge recht regelmäßig gebaut und relativ wenigzellig. Bei oberflächlicher Durchsicht können Verwechslungen mit *Coelastrum* und anderen Protococcalen vorkommen. Die Art wird in diesem weiten Umfange (Zellen 3–7 μ groß!) aufgeteilt werden müssen.

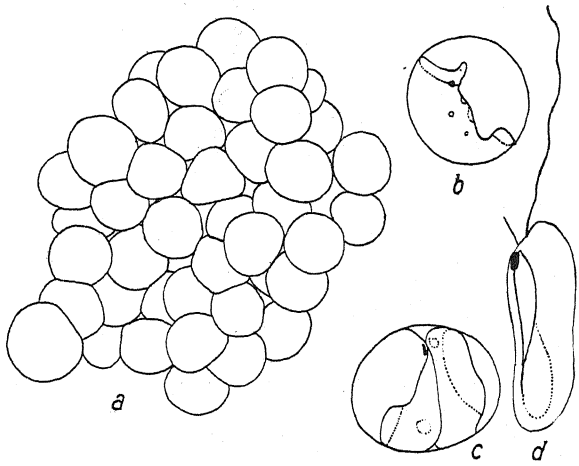


Fig. 522. *Botryochloris minima:* *a* kleines Lager; *b* Einzelzelle; *c* Teilung; *d* Schwärmer.

2. Botryochloris cumulata Pascher (1930) (Fig. 521, 523, 524).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 441 (z. Teil).

Abb.: Pascher, a. a. O. **69** (1930) 441, Fig. 39; Taf. 21, Fig. *i*.

Zellen kugelig, sehr locker zu traubigen, sich oft in Teilkolonien auflösenden Verbänden vereinigt, sich meist nicht abplattend, mit zarter Membran. Chromatophoren zwei bis vier, in ausgewachsenen Zellen immer wandständig, in jungen Zellen oft binnenständig. Junge Zellen oft mit kontraktilen Vakuolen. Schwärmer mit sehr kurzer, stummelförmiger Nebengeißel. Stigma deutlich.

Zellen 9–13 μ, meist 10–11 μ groß.

Vorkommen: In *Drepanocladus*-Watten aus den Kolken am Pirtschenteiche bei Franzensbad i. Böhmen; aus den leicht anmoorigen Altwässern der Olsch im südlichen Böhmerwalde in einer nicht ganz übereinstimmenden, etwas derberwandigen Form. In einer sehr lockere, kleine, wenigzellige Kolonien bildenden Form, deren Zellen auffallend blaß waren und 14 μ maßen, aus überrieselten Moosen von Felsrändern längs des Naßfeldes bei Bad Gastein. Kein Planktont.

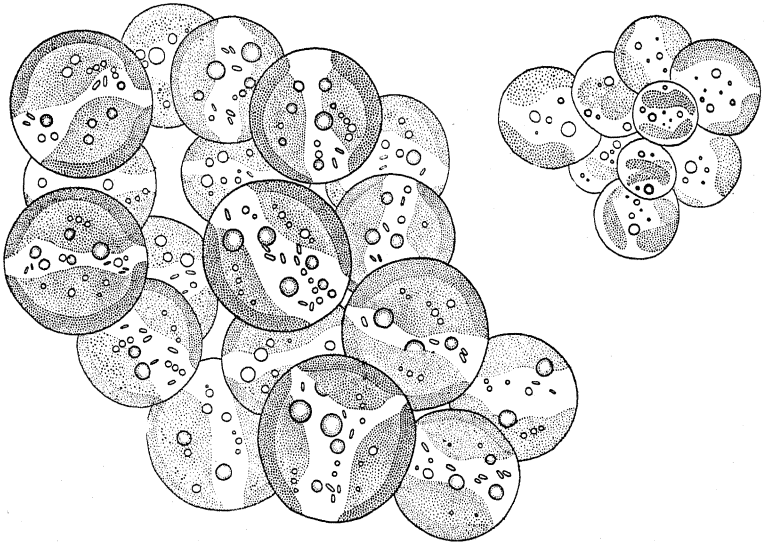


Fig. 523. *Botryochloris cumulata:* oben kleine Kolonie, unten größere Kolonie. Beachte die verschiedene Größe der Zellen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich auch unter den meist als unbestimmbar angegebenen grünen Planktonten mit traubig gehäuften Zellen *Botryochloris*-Arten finden.

Es gibt noch eine weitere Art mit größeren, bis 14 μ messenden Zellen, die eine sehr zarte Membran und meist viele, 5–7 Chromatophoren haben. Die Zellverbände sind sehr lose. Auffallenderweise wachsen die Zellen vor der Schwärmer- oder Autosporenbildung manchmal sehr heran und messen dann bis 30 μ. Es handelt sich um eine Alge der warmen Jahreszeiten. Sie kommt nur in sehr durchwärmten, wahrscheinlich recht kalkarmen, seichten, stillen Wässern vor. Altwässer der Moldau bei Friedberg i. Böhmerwalde und in einer etwas größeren Form aus einem Tümpel auf der

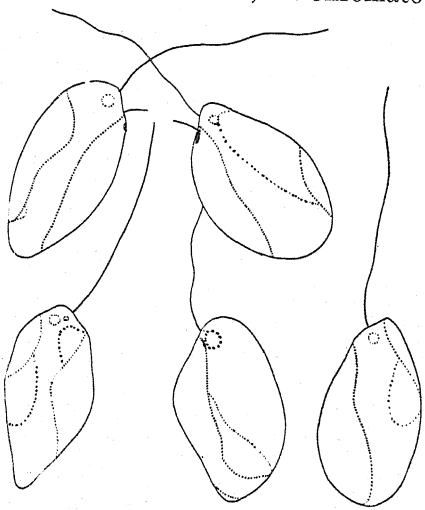


Fig. 524. *Botryochloris cumulata:* Schwärmer.

Millstätteralpe in Kärnten. Die Schwärmer haben eine relativ lange Nebengeißel und wahrscheinlich kein Stigma.

3. Botryochloris simplex (Fig. 525).

Die traubig-unregelmäßigen, oft sehr viele, vielleicht gelegentlich tausende von Zellen zählenden Kolonien sehr locker und sehr leicht in ihre Einzelzellen zerfallend. Membran sehr zart.

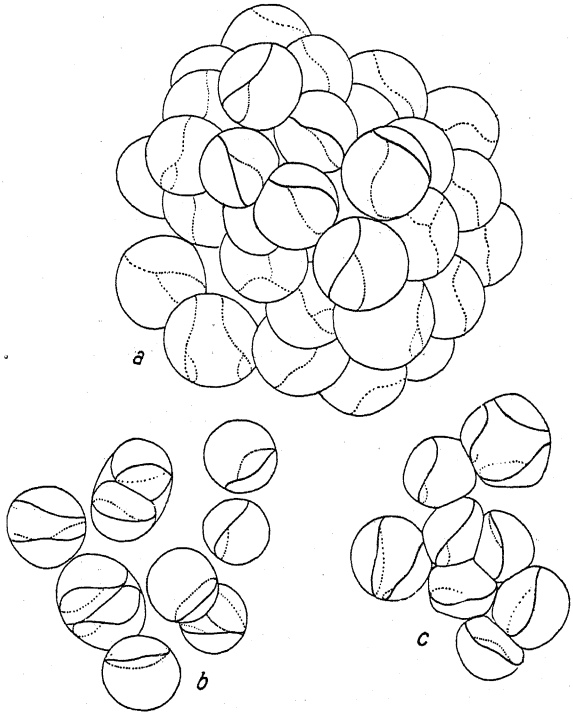


Fig. 525. *Botryochloris simplex:* kleine Kolonie, einzelne Zellen und Teilungsstadien.

Zellen kugelig bis polyedrisch. Meist ein Chromatophor, der, topfförmig, selten in mannigfacher Weise gelappt ist und dann sehr an die Chromatophoren von *Vischeria* oder *Polyedriella* erinnert. Schwärmerbildung sehr häufig. Nebengeißel auffallend lang und fast mehr als die halbe Hauptgeißel messend. Schwärmer vielleicht ohne Augenfleck. Sicher Mischart.

Zellen 10–12 μ groß.

Vorkommen: Wiederholt, besonders unter den angetriebenen Algen der Altwässer und Teichufer in den Schilfrändern

oft in unglaublicher Zellenzahl vorhanden. Wahrscheinlich sehr leicht zu übersehen oder als kleine Protococcale angesprochen. Kleiner Teich bei Krummau im Böhmerwalde; Altwässer des Rheines bei Schusterwörth bei Oppenheim.

In den losen Kolonien kamen öfters sehr derbwandige Zellen vor, die etwas größer waren. Es scheint mir fraglich, ob es sich dabei um Sporen von *B. simplex* handelt.

Die Alge neigt sehr zur Schwärmerbildung. Aufgesammeltes Material bildet oft in kürzester Zeit, oft bereits nach einer halben Stunde, die ungemein lebhaften Schwärmer aus, die bis 9 μ lang werden.

In die Nähe dieser Art gehört vielleicht eine Form mit kleinen Lagern, auffallend derbwandigen Zellen von etwa 10 μ Größe, doch mit dem gleichen Chromatophoren aus einer hölzernen Viehtränke am Wege zur Gmündener Hütte im Malta-Tale (Kärnten).

40. Sphaerosorus (Fig. 526).

Name von ἡ σφαῖρα = die Kugel; sorus = der Haufen.

Zellen meistens zu 15–32, doch auch zu 8, zu 4 und auch zu 2 aneinander klebend; dabei bei vier Zellen meistens Tetraederanordnung, bei 8, 16 und mehr Zellen, diese zu ziemlich regelmäßigen, kugeligen Haufen vereinigt. Es steht nicht fest, ob diese Haufen in der Mitte hohl oder von Zellen ausgefüllt sind. Die Zellen platten sich dabei meist nur wenig ab. Manchmal sehr regelmäßige Kolonien gebildet; Kolonien aber auch manchmal etwas ellipsoidisch, seltener unregelmäßig, niemals die formlosen Haufen von *Botryochloris* bildend. Die Zellen in einer Kolonie meistens ziemlich gleich groß, mit ziemlich fester, doch nicht derber Wand, an der keine Gallerthülle nachweisbar ist. Chromatophoren mehrere, wandständig und scheibchenförmig bei der beobachteten Art, manchmal recht ungleich groß. Arten mit einem Chromatophoren sind recht wahrscheinlich. Zumindest ließ eine leider zu wenig gesehene Alge diese Deutung zu. Zellen manchmal mit sehr wenigen, oft nur einem Chromatophoren. Chromatophor nicht selten sehr blaß. Exkretöl nicht beobachtet.

Vermehrung durch Bildung von 2, 4, 8–32 Autosporen, die in der heranwachsenden Mutterzelle etwas in die Größe wachsen und sich bereits traubig bis kugelig anordnen. Die Mutterzellen lösen sich dabei aus dem ohnehin nur lockeren kugeligen Verbande der Kolonie. Da manchmal nicht alle

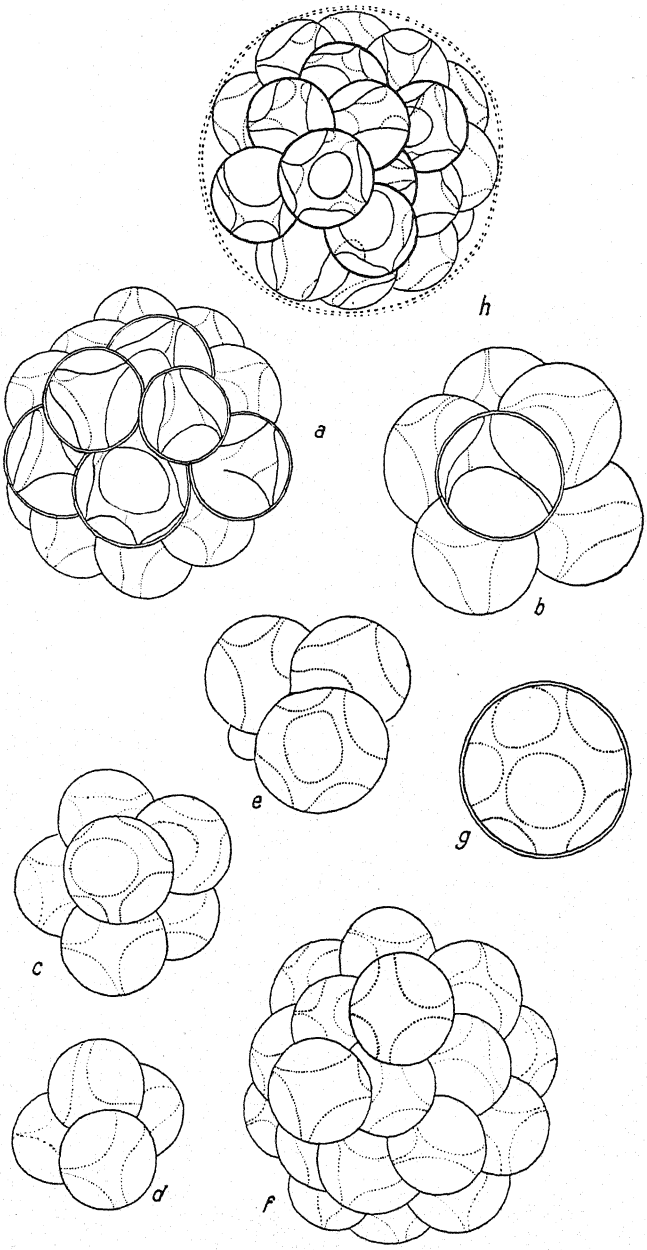


Fig. 526. *Sphaerosorus coelastroides:* *a* größere, sehr regelmäßige Kolonie; *b*, *c* kleinere achtzellige Kolonie; *d*, *e* vierzellige Kolonie, Zellen tetraedrisch angeordnet; bei *e* drei Zellen im Wachstum gefördert, eine Zelle zurückgeblieben; *f* und *h* größere Kolonien; *h* Kolonie noch von der erweiterten Membran der Mutterzelle umgeben; *g* Einzelzelle.

Zellen gleichzeitig zur Autosporenbildung schreiten, so bekommen die Kolonien dadurch manchmal einen recht ungleichmäßigen Eindruck. Schwärmer und auch andere Stadien nicht beobachtet.

Sphaerosorus schließt an *Botryochloris* an, unterscheidet sich aber durch die *Coelastrum*-ähnliche Verbindung der Zellen in der Kolonie. Eine völlige Übereinstimmung mit den Kolonien der Grünalge *Coelastrum* besteht aber nicht, da die Zellen nicht regelmäßig angeordnet sind und außerdem die Zellen bei *Sphaerosorus* nicht streng peripher ausgerichtet erscheinen. Es ist also nur eine äußerliche Ähnlichkeit mit *Coelastrum* vorhanden. Dagegen sieht die planktontische, bis jetzt nur aus Nordamerika bekannte *Planktosphaeria gelatinosa* G. M. Smith 1918 (Protococcale) *Sphaerosorus* recht ähnlich. Tetraederverbände finden sich nur dann, wenn in den Mutterzellen bereits vier Zellen gebildet werden. Mehr als vierzellige Kolonien zeigen keine Tetraedergruppierung der Zellen. (Unterschied gegenüber *Chlorellidiopsis* und *Chlorellidium*.)

Eine einzige Art:

Sphaerosorus coelastroides (Fig. 526).

mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 8–12 μ, bei der Vermehrung manchmal bis 25, ja 30 μ messened. Dadurch, daß die Zellen einer Kolonie manchmal nicht gleichzeitig zur Vermehrung schreiten und dabei auch nicht die gleiche Zahl von Tochterzellen bilden, sind die Zellen einer Kolonie oft recht ungleich groß.

Vorkommen: Aus Kulturen beobachtet, die mit Erdproben angelegt waren, die aus zweitweise austrocknenden Wasserläufen des Kaplandes stammten (die Erdproben verdanke ich Frau Prof. Duthie). Hier trat die Alge zusammen mit einer eigenartigen Tetrasporale und einer neuen *Sphaeroplea*-Art auf. In Mitteleuropa sah ich einige Male, aber zu wenig, die Alge in einer etwas abweichenden, etwas derberwandigen Form mit nur einem oder zwei Chromatophoren. Zellen um 10 μ (auch Petrová).

Tetraktideae.

Die kugeligen, ellipsoidischen, kurz walzlichen bis gestreckten oder nadelförmigen Zellen zumeist zu vier, seltener zu zwei zu Kolonien vereinigt, dadurch, daß die Zellen entweder

mit ihren Enden oder der Länge nach miteinander verkleben. Im ersten Falle Kolonien mit ausgesprochen tetraedrischer (seltener quadratischer) Anordnung der Zellen; im letzteren Falle Zellen meist zu parallelen oder büschelförmigen Bündeln vereinigt. Vermehrung durch Bildung von meist vier, seltener zwei Autosporen, die sich noch innerhalb der erweiterten Mutterzelle zu Kolonien zusammenlegen.

Koloniale Weiterentwicklung der Pleurochlorideen und Ellipsoideen, bei der die vier Tochterzellen nicht isoliert, sondern bereits zu kleinen Kolonien vereinigt austreten. Unter den Chlorophyceen mit den Scenedesmeen oder mit den Raphidieen vergleichbar. Die Tetraktideen verbinden die Pleurochlorideen mit den Chlorellidieen.

Es sind farblose Organismen bekannt geworden [Korschikoff, Arch. Prot. 74 (1931) 249 ff.], die ebenfalls nadelförmig sind wie *Raphidiella: Hyaloraphidium* Korschikoff und Pascher. Da dieser Organismus keine Schwärmer, sondern nur Autosporen ausbildet, da er als Reservestoff Oel hat, ist nicht mit völliger Sicherheit anzugeben, ob es sich dabei um farblos gewordene Chlorophyceen oder farblos gewordene Heterokonten handelt. Wenn auch die größere Wahrscheinlichkeit für die Chlorophyceenverwandtschaft spricht, so kann die Möglichkeit farblos gewordener Formen auch bei den Tetraktideae nicht völlig ausgeschaltet werden. Jedenfalls sei hier auf diese interessanten Saprophyten hingewiesen.

Drei Gattungen bekannt:

I. Zellen ausgeprochen kugelig bis höchstens leicht eiförmig, zu vieren, meist zu quadratischen oder tetraedrischen Kolonien verklebt **Ilsteria** ***41.***

II. Zellen kurz walzlich bis nadelförmig.

1. Zellen kurz walzlich, zu vier mit den korrespondierenden Enden tetraedrisch-radiär (seltener mehr fädig) verbunden . **Tetraktis** ***42.***
2. Zellen nadelförmig, der Länge nach zu parallel angeordneten oder büschelig spreizenden Bündeln vereinigt . . . . . **Raphidiella** ***43.***

41. Ilsteria[1]) Skuja et Pascher nov. gen. (Fig. 527–530).

Skuja in Latvijas zeme un Tauta 2 (1936) 81, nomen nudum (nach Mitteilung Skujas).

Zellen zu allermeist in Vierergruppen entweder in quadratischer[2]) (häufigste und typische Weise) oder in tedraedrischer,

[1]) Name von Skuja nach dem lettischen Floristen Ilster gebildet.

[2]) Wir treffen die gleiche koloniale Anordnung auch unter den festsitzenden Formen: siehe *Lutherella*.

manchmal verschobener Anordnung, seltener paarweise oder einzeln, nicht durch Gallerte zusammengehalten, sondern sich entweder zart berührend oder gegenseitig leicht abplattend. An den Berührungsstellen meistens etwas Gallerte nachweisbar. Kolonien in der Jugend immer tetraedrisch, später tritt quadratische Lagerung der Zellen ein. Zellen fast immer kugelig, selten ganz leicht eirund mit zarter bis sehr derber Membran, die (soweit beobachtet) immer ohne Skulptur und manchmal leicht rötlich verfärbt ist. Gelegentlich eine oder die andere Zelle mit einer unregelmäßigen Membranverdickung (sicher anomale Ausbildung). Chromatophoren entweder einer, dann topf- oder muldenförmig, oder der topfförmige Chromatophor oft und mehrfach gelappt, so daß er bei axialer Einstellung durch seine Lappen mehrere Chromatophoren vortäuschen kann, oder mehrere scheibchenförmige und immer wandständige Chromatophoren. Chromatophoren meist gegen die Außenseite der Kolonie gelagert. Chromatophoren manchmal sehr blaß. Bei keiner bis jetzt bekannten Art ein Pyrenoid. Gelegentliches Auftreten von Eiweißkristallen und rotem Exkretöl.

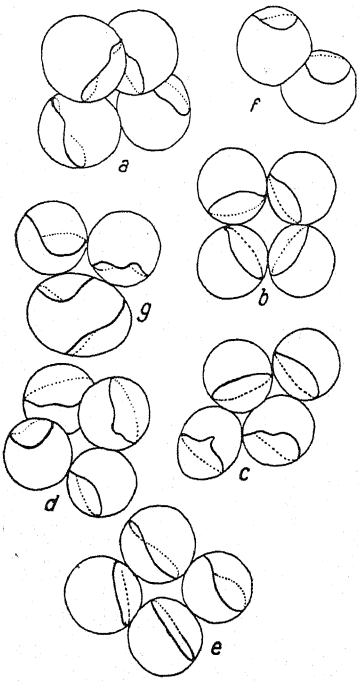


Fig. 527. *Ilsteria tetracoccus:* *a, b, c, d, e* vierzellige, zum Teil flächige, zum Teil tetraedrische Kolonien; *f* zweizellige Kolonie; *g* dreizellige Kolonie, dadurch entstanden, daß die untere Zelle in der Teilung gehemmt ist.

Vermehrung durch die Bildung von vier, seltener zwei Autosporen, welche sich innerhalb der Mutterzelle in der oben beschriebenen Weise zusammenlagern und bereits zu kleinen Tochterkolonien vereinigt (Autokolonien) aus der erweiterten und aufreißenden Membran austreten. Diese Tochterkolonien zeigen oft zunächst mehr tetraedrische Anordnung der Zellen, dann verschieben sich die Zellen in die quadratische Ordnung. Beim Aufreißen der Membran werden fast immer zwei ziemlich gleich große Klappen gebildet, welche auf der dem Koloniezentrum zugekehrten Seite verbunden bleiben und manchmal

sehr unregelmäßig gefaltet sein können. In den jungen Autosporen bei einer Art kontraktile Vakuolen gesehen. Schwärmer bis jetzt nicht beobachtet und auch nicht wahrscheinlich.

Die Kolonien von *Ilsteria* finden sich meistens einzeln, seltener in kleinen Grüppchen. Die Gattung hat unter den Chlorophyceen eine parallele Ausbildung: *Tetracoccus* bzw. *Westella botryoides*, die allerdings die Viererkolonien immer zu größeren Gruppen vereinigt.

Ilsteria ist sicher sehr verbreitet, wurde aber wahrscheinlich, besonders in den winzigen Arten, immer übersehen oder als Chlorophycee angesprochen.

Nach den bisherigen Beobachtungen lassen sich drei Arten unterscheiden:

I. Zellen sehr klein, höchstens 4–5 μ messend, mit einem Chromatophoren **Ilsteria tetracoccus 1.**

II. Zellen größer.
1. Ein topfförmiger Chromatophor, der stark gelappt ist und mehrere Chromatophoren vortäuscht . . . . . **Ilsteria lobata 2.**
2. Mehrere Chromatophoren . . . . . **Ilsteria quadrijuncta 3.**

1. Ilsteria tetracoccus (Fig. 527).

Kolonien quadratisch; bleibende tetraedrische Kolonien selten; sehr häufig zweizellige Kolonien. Membran der kugeligen Zellen sehr zart. Chromatophor topfförmig, fast die ganze Zelle ausfüllend oder viel kleiner und nur schalenförmig. Meistens mehrere Kolonien, vielleicht durch die verschleimten Mutterzellmembranen eine Zeitlang zusammengehalten.

Zellen 3–4 μ, seltener bis 5 μ groß, manchmal ausnahmsweise Zellen bis 8 μ messend (Teilungshemmung!).

Vorkommen: Einmal in einer Massenansammlung aus einem Straßengraben von Ischl nach Goisern (1917), Oberösterreich. In wenigen Exemplaren aus Norddeutschland bei Gleschendorf in Holstein — Wiesentümpel (1921). Beide Male von Standorten mit sehr vielen organischen Substanzen.

2. Ilsteria lobata (Fig. 528, 529).

Zellen oft in quadratischen, tafelförmigen, doch viel häufiger auch in tetraedrischen Kolonien, manchmal innerhalb einer Kolonie ziemlich ungleich groß; sehr selten Zweierkolonien. Zellen kugelig, manchmal ziemlich deutlich sich gegenseitig abplattend, doch auch gelegentlich leicht eiförmig.

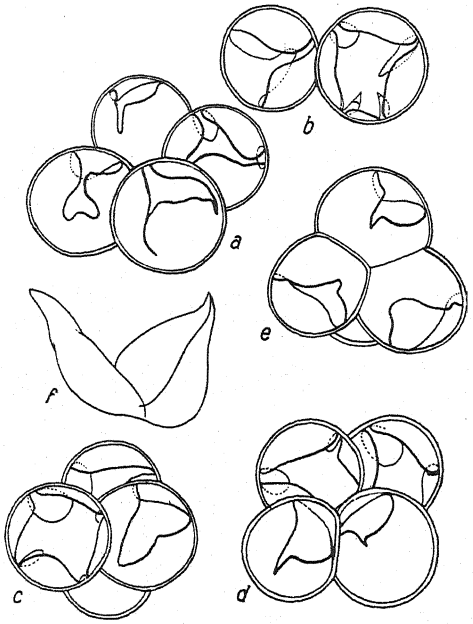


Fig. 528. *Ilsteria lobata:* *a* vierzellige, *b* zweizellige Kolonie; *c*, *d* mehr tetraedrische Kolonie; *e* die vier Zellen einer Kolonie fest miteinander, fast *Chlorellidium*-artig verklebt; *f* zweiteilig aufgeklappte Membran einer entleerten Mutterzelle.

Membran derb, oft rötlich verfärbt, manchmal sogar auffallend dick. Chromatophor einer, deutlich topfförmig, durch 2–4 Spalten, die fast bis zum Grunde gehen können, in 2–4, meistens sehr ungleiche Lappen zerteilt, die den größeren Teil der Zelle auskleiden und bei axialer Ansicht mehrere Chromatophoren vortäuschen können. Gelegentlich einer oder der andere Lappen durchgetrennt (Übergang zu geteilten Chromatophoren). Sehr häufig rote Exkretöltropfen.

Zellen 8–11 μ groß, gelegentlich bis 14 μ messend. Kolonien meistens einzeln.

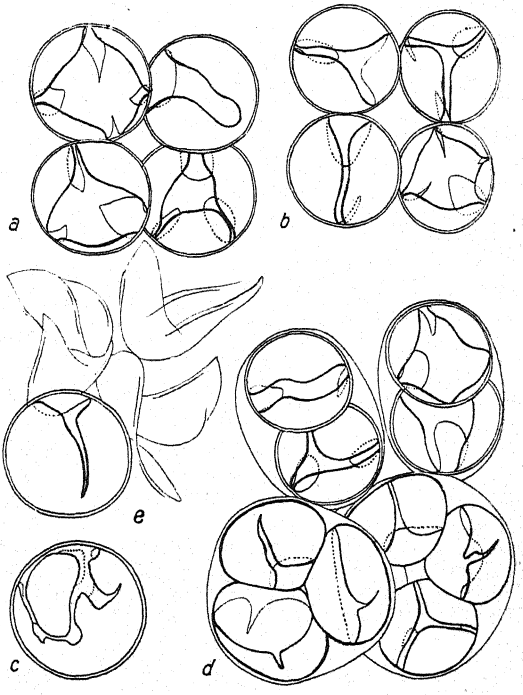


Fig. 529. *Ilsteria lobata:* *a*, *b* vierzellige Kolonie, beachte den oft kreuzförmig gelappten Chromatophoren; *c* einzelne Zelle, ein Chromatophorenlappen vollständig durchgetrennt; *d* Kolonie in Tochterkoloniebildung, Tochterkolonien zwei- oder vierzellig; *e* drei leere Membranen von Zellen, welche Tochterkolonien entleert haben, die untere Zelle hat sich an der Autosporenbildung nicht beteiligt.

Vorkommen: Mehrfach gesehen. Vielleicht mehr auf niedrige p_H-Werte eingestellt. Teichgräben — Langenbruck im südlichen Böhmerwalde (1907); Wiesenmoorgräben bei Mugrau i. Böhmerwalde (1912).

3. Ilsteria quadrijuncta Skuja (Fig. 530).

Skuja, Latvijas zeme daba un tauta 2 (Riga 1936) 81, nomen nudum.

Vierergruppen quadratisch, seltener tetraedrisch, gelegentlich mehrere Gruppen. Zellen kugelig, manchmal an den Kontaktstellen abgeplattet. Kolonien einzeln, Membran zart.

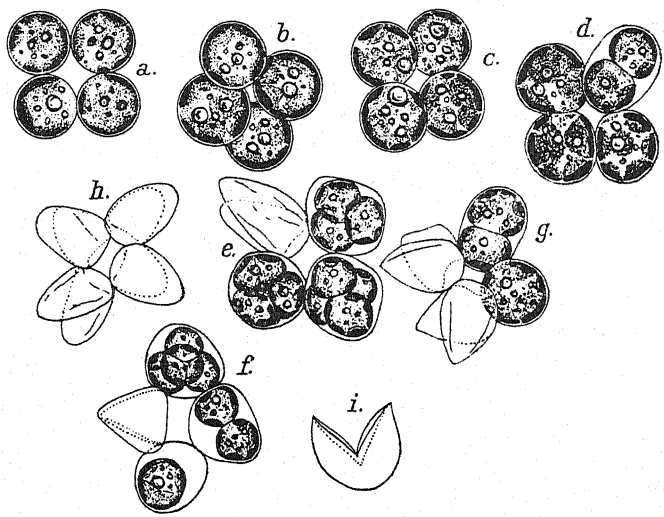


Fig. 530. *Ilsteria quadrijuncta: a, b, c* die typische, vierzellige Kolonie, bei *a* Zellen mehr flächig, bei *b* und *c* mehr tetraedrisch angeordnet; *d* Kolonie im Beginn der Tochterzellenbildung; *e, f* in den Zellen bereits die jungen Kolonien gebildet, zum Teil bereits entleert; *g* Teilungsstadien; *h* die Membranreste einer Kolonie, deren Zellen Tochterkolonien gebildet haben. Beachte das zweiklappige Aufreißen der Zellhäute, wie es bei *i* besonders dargestellt ist (nach Skuja).

Chromatophoren mehrere (4–12), wandständig, scheibchenförmig und ungleich groß, manchmal gelappt, meist an den Außenseiten der Zellen dichter gelagert als an den Innenseiten.

Zellen 6,5–8 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Lettland (Prov. Vidzene), Babites-seen im Uferwasser.

Ich erhielt Figur und Diagnose durch die Liebenswürdigkeit meines Kollegen Dr. Skuja-Riga, dem ich auch hier herzlichst danke.

Aller Wahrscheinlichkeit nach gibt es noch andere Arten von *Ilsteria*. Ich sah sehr vereinzelt Formen mit nicht mehr kugeligen, sondern ganz leicht ellipsoidischen Zellen, die durch die gegenseitige Abplattung in der Mitte der Kolonie förmlich verkehrt-eirunden Umriß bekamen. Ihre Membran war sehr zart. Auffallend war ferner, daß bei dieser Form, die mehrere Chromatophoren hatte, sehr häufig nur zweizellige Kolonien vorkamen, die bei den anderen Arten doch recht selten sind. Vielleicht hängt dieser Umstand mit der mehr länglichen Zellform zusammen. Die Zellen waren ca. 10–12 μ lang, bis 7–10 μ breit, doch oft auch kleiner, obwohl sie dabei ausgewachsen zu sein schienen (***Ilsteria eradians***). Solche Formen mit mehr länglichen Zellen lassen sich im Sinne der Annahme eines Überganges zu *Tetraktis* deuten.

42. Tetraktis (Fig. 531–533).

Name von τέτρας = vier und ἡ ἀκτίς = der Strahl, nach der Vierstrahligkeit der Kolonien gebildet.

Die walzlichen Zellen normalerweise zu vierzelligen, seltener zweizelligen, meist regelmäßigen Kolonien vereinigt, seltener einzeln lebend. Vierzellige Kolonien aus zwei Paaren von Zellen verbunden, die so radiär angeordnet sind, daß die vier freien Zell-

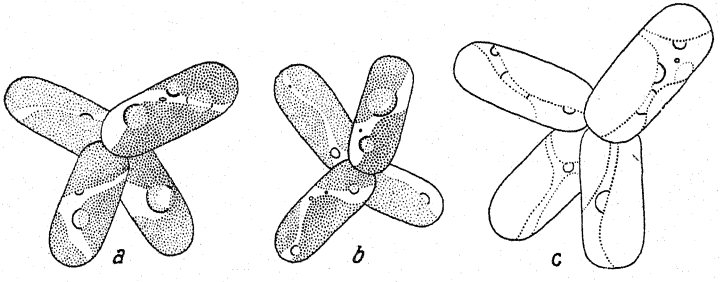


Fig. 531. *Tetraktis aktinastroides:*
a, b, c sternförmige, tetraedrische Kolonien von vier Zellen.

enden den Eckpunkten eines Tetraeders entsprechen, während die anderen Enden der Zellen zentral durch eine geringe Gallertmasse vereinigt sind. Die zweizelligen Kolonien stellen Verbände dar, bei denen die Zellen meistens winkelig mit je einem Ende vereinigt sind. Eine vierzellige Kolonie stellt gewissermaßen eine Vereinigung von zwei solchen, zweizelligen, winkeligen Zellgruppen dar, die mit ihren Winkelscheiteln so vereinigt sind, daß die Ebenen, welche von jedem Zellpaar gebildet

werden, annähernd normal zueinander stehen. Neben diesen typischen vierzelligen Kolonien nicht selten auch zweizellige. Abweichungen ergeben sich auch bei vierzelligen Kolonien in der Anordnung der Zellen, von denen einige bandförmig hintereinander stehen können, während die winkelige Anordnung an einem Paare zu sehen ist. Auch können alle vier Zellen hintereinander, und zwar zickzackförmig hintereinander gereiht sein: in diesem Falle sind die Winkelpaare nicht kreuzweise übereinander, sondern hintereinander geschaltet.

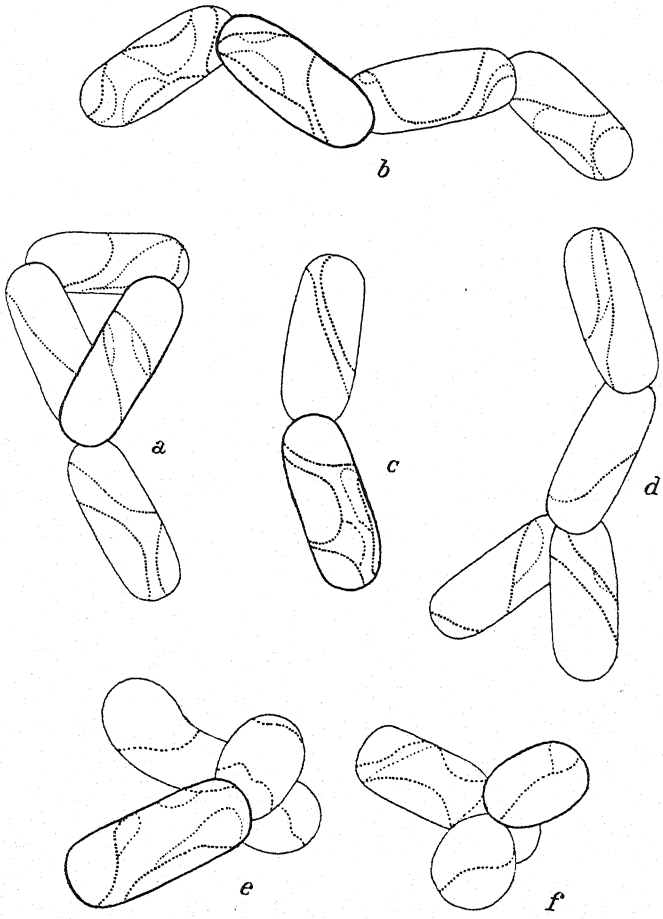


Fig. 532. *Tetraktis aktinastroides:* abweichende Kolonien: *a* die vierte obere Zelle hat sich nicht im gemeinsamen Berührungspunkte, sondern am oberen, sonst freien Ende einer Zelle verfestigt; *b, c* die vier, bzw. zwei Zellen fadenförmig verklebt; *d* Kolonie zum Teil fadenförmig, zum Teil strahlig; *e, f* normale, radiäre Kolonie mit zum Teil abweichenden Zellformen.

Einzelzellen in der typischen Form walzlich, an beiden Enden breit abgerundet und gerade. Gelegentlich Zellen, die leicht gekrümmt sind oder auch mehr ellipsoidisch walzliche Gestalt haben, sehr selten keulenförmig gerade oder krumme Zellen und sehr selten auch ellipsoidisch kugelige Formen. Diese Abweichungen können oft nebeneinander in einer Kolonie auftreten. Membran zart, ohne Skulptur. Chromatophoren in der Zahl wechselnd. Nicht selten ein einziger, großer, seitenständiger oder zwei große, muldenförmige Chromatophoren in allen Übergängen zu mehreren kleinen, scheibchenförmigen Chromatophoren. Chromatophoren in ihrer Zahl in den Zellen einer Kolonie sehr schwankend. Kein Pyrenoid. Fett und Öl, wahrscheinlich auch Leukosin. Kleine rubinrote Exkretöltröpfchen nicht beobachtet.

Vermehrung dadurch, daß in den einzelnen Zellen meist vier Tochterzellen gebildet werden, die noch in der Mutterzelle walzliche Form annehmen und sich zu zweien oder vieren in der für die Gattung charakteristischen Weise vereinigen. Es werden im allgemeinen so viel Kolonien gebildet als Zellen vorhanden sind in einer Kolonie. Die Tochterkolonien werden noch eine Zeitlang durch die erweiterten Mutterzellmembranen zusammengehalten, lösen sich aber auseinander, worauf sie durch Verquellung der Mutterzellhaut frei werden.

Andere Stadien nicht gesehen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Teilprotoplasten, welche sich in Tochterzellen umwandeln, kontraktile Vakuolen haben.

Dauernd einzeln lebende Ausbildungen von *Tetraktis* sind derzeit noch unbekannt. Der Gattung *Tetraktis* kommt unter den einzeln lebenden Heterococcalen *Monallantus* am nächsten, obwohl *Tetraktis* kaum als die koloniale Weiterentwicklung von *Monallantus* aufgefaßt werden kann.

Tetraktis ist eine der wenigen Heterococcalen (außerdem noch *Raphidiella*, *Ilsteria*), bei welchen die Kolonien noch in der Mutterzelle angelegt werden. Fast alle anderen bekannten kolonialen Heterococcalen bilden ihre Kolonien dadurch, daß die Tochterzellen erst sekundär vereinigt werden (*Mischococcus*, *Ophiocytium* usw.).

Eine Verwechslung mit ähnlichen grünen Algen ist sehr leicht möglich. Vor allem gibt es einige Gattungen unter den Protococcalen, welche im Prinzip gleiche Kolonien bilden: *Actinastrum*, bei der normalerweise acht oder sechszehn Zellen in der

Form vereinigt sind, daß die Zellen in zwei einander gegenüberstehende Büschel zerlegt sind, von denen jedes Büschel aus vier oder acht mit ihren Spitzen vereinigten und einseitig radiär ausstrahlenden Zellen besteht. Bei einigen Arten sind die Kolonien nur vierzellig. Haben nun die Zellen stumpfe oder abgestumpfte Enden wie *Actinastrum gracillimum* SMITH, so können Verwechslungen vorkommen. Auch hier kommt es zu zwei einander zugekehrten Paaren winkelig vereinigter Zellen, die *Tetraktis* auffallend ähnlich sind. Eine gewisse Ähnlichkeit hat ferner die Protococcale *Schröderiella* (*africana*)

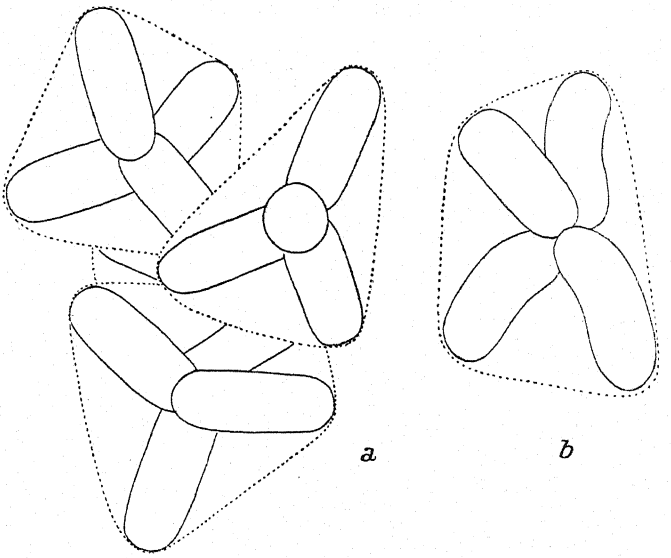


Fig. 533. *Tetraktis aktinastroides:* *a* Bildung von Tochterkolonien in den vier Zellen einer Kolonie; *b* eine Zelle, die in Tochterkoloniebildung begriffen ist, herausgezeichnet.

(WOLOSZINSKA, Hedwigia **55** [1914] 198, Taf. 5, Fig. 6, 7). Diese beiden Gattungen haben Stärke. Ähnlich sehen ferner die Protococcalen *Marthea* und ferner *Gloeactinium* aus. Erstere hat Kolonien aus vier Zellen, die mit je einem Ende radspeichenartig in einer zentralen Gallerte stecken, bei letzterem sind die Viererkolonien in Gallerte eingeschlossen.

Eine einzige Art bekannt:

Tetraktis aktinastroides (Fig. 531–533).

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 12–15 μ lang, oft aber kürzer und nur ca. 9 μ messend.

Vorkommen: Anscheinend seltene Alge. Aus Altwässern der Moldau bei Prag unter den Uferalgen. Kein Planktont.

43. Raphidiella (Fig. 534–536).

Name von ἡ ῥαφίς = die Nadel. Name auf dem Umwege über die Grünalgengattung „*Raphidium*" gebildet.

Zellen selten einzeln lebend, meist in Büscheln zu vieren, dabei entweder parallel zueinander oder sich annähernd in halber Höhe überkreuzend oder verschlingend. Die einzelne Zelle sehr lang walzlich-spindelförmig, 10–15mal so lang als breit, sehr selten gerade, meist leicht gekrümmt, manchmal

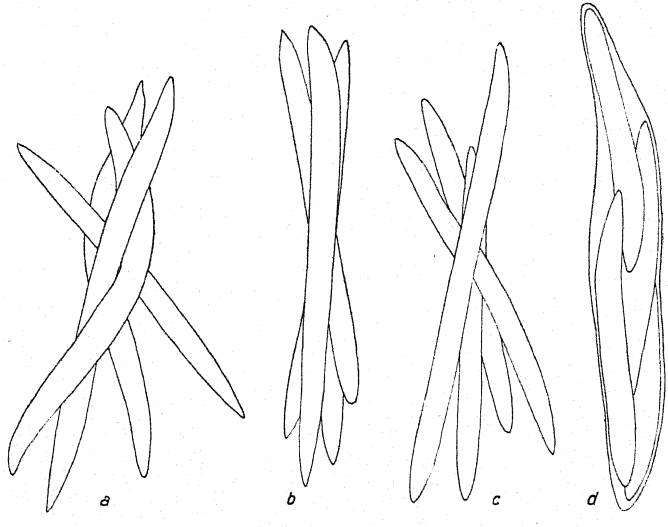


Fig. 534. *Raphidiella fascicularis: a, b, c* bündelförmige Kolonie; *d* Bildung von vier Tochterzellen innerhalb einer Mutterzelle.

S-förmig, wobei die Krümmung in den beiden Hälften der Zelle nicht gleich stark zu sein braucht. Enden meistens verschmälert spitzlich, gelegentlich verschieden dadurch, daß das eine Ende mehr abgerundet ist. Gelegentlich die Zellen langverschmälert spitz. Membran sehr zart, manchmal von einer sehr zarten Schleimhülle umgeben, gleichmäßig ausgebildet ohne Endverdickungen oder andere Skulpturen. Chromatophoren zwei bis mehrere, sehr selten nur einer, wandständig, mulden- oder rinnenförmig, doch auch scheibchenförmig, häufig sehr ungleich und nicht selten sehr blaß bis fast farblos. Fett- und Öltröpfchen; sehr selten kleine Tröpfchen des roten Exkretöls.

Vermehrung durch Bildung von zumeist 4 behäuteten Tochterzellen innerhalb der erweiterten und verlängerten Mutterzelle, die noch in der Mutterzelle in die Länge wachsen. Tochterzellen noch in der Mutterzelle in mehr oder weniger paralleler Anordnung oder büschelförmig sich aneinanderlegend. Tochterzellen meist nur mit einem, seltener mit zwei Chromatophoren.

Schwärmerbildung vielleicht ebenfalls vorhanden. Die sich noch innerhalb der Mutterzelle behäutenden Teilprotoplasten zeigen zunächst noch kontraktile Vakuolen.

An Dauerstadien wurden beobachtet: derbwandige ellipsoidische Sporen von walzlich-ellipsoidischer Form, die fast immer zu vieren hintereinander in der erweiterten Mutterzelle liegen. Wahrscheinlich entsprechen diese Sporen vier Teilprotoplasten, die aber nicht zu Schwärmern oder Autosporen wurden, sondern sich enzystierten. Diese Cysten entsprechen aber nicht den endogen gebildeten typischen Sporen der Heterokonten. Die Wand dieser Sporen besteht aus zwei gleichlangen Hälften. Bei der Keimung tritt, soweit beobachtet, aus den Sporen eine einzige behäutete, vegetative Zelle aus, die sehr rasch in die Länge wächst und die eine Hälfte der Sporenwand sehr bald abstößt. Verbleibt das andere Ende des einzelligen Keimlings lange in der anderen Membranhälfte der Spore, so bekommt dieses Zellende eine breit abgerundete Gestalt. Die oben erwähnten Formen mit ungleichen Enden, das eine abgerundet, das andere verschmälert, gehen auf solche Sporen zurück.

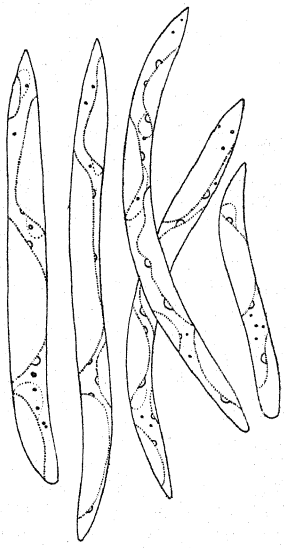


Fig. 535. *Raphidiella fascicularis:* verschieden geformte Einzelzellen. Rechts eine Zelle, deren unteres Ende sehr stumpf ist. Diese Zelle ging wahrscheinlich aus einer Zelle hervor, deren eine Membranhälfte längere Zeit dem unteren Ende dieser Zelle angeklebt war (siehe auch Fig. 536 *b*!).

Andere Stadien nicht gesehen.

Raphidiella ist eine weitgehende Parallelentwicklung der Heterococcalen zur Gattung *Raphidium*=*Ankistrodesmus* unter den Protococcalen der Chlorophyceen; speziell *Ankistrodesmus falcatus* kann mit *Raphidiella* leicht verwechselt werden, bei

Raphidiella haben aber die Kolonien niemals mehr als vier Zellen. Da der Stärkenachweis bei *Ankistrodesmus* wegen der Schmalheit der Zellen und der Kleinheit der Stärkekörner nicht immer ganz leicht ist, kann es sehr leicht zu Verwechslungen kommen. Von anderen Grünalgen ist *Raphidiella* ähnlich dem meist einzeln lebenden *Keratococcus* (und der Blaualge *Dactylococcopsis*). Ähnliche vierzellige Kolonien, bestehend aus gestreckten Zellen, hat außer den Chlorophyceen ferner *Quadrigula* ZACHARIAS (syn.: *Atractinium* PRINTZ).

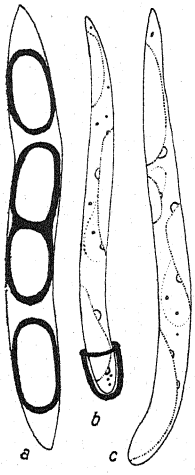


Fig. 536. *Raphidiella fascicularis: a* Sporenbildung; die vier Tochterzellen, die sonst zu vegetativen Zellen werden, haben sich mit einer festen Membran umgeben, die zweiteilig aufreißt. Gelegentlich verbacken solche Sporen miteinander. *b* gekeimte Spore, die dicke Membran äquatorial in zwei Teile aufgerissen, die junge Zelle mit einem Ende in der klebengebliebenen Membranhälfte der Spore steckend. Bleibt die untere Hälfte der Sporenmembran lange dem einen Ende der jungen Zelle angeklebt, so entstehen Zellen mit sehr ungleichen Enden; ein Ende breit abgerundet, eines normal verschmälert.

Von anderen Heterococcalen kann vielleicht *Chlorocloster* mit *Raphidiella* verwechselt werden. *Chlorocloster* tritt aber niemals in solchen Kolonien auf, außerdem bildet er meist nur zwei Tochterzellen aus. Im übrigen haben die meisten *Chlorocloster*-Arten nur einen, seltener zwei, höchstens drei Chromatophoren.

Alle nadelförmigen, einzeln lebenden oder kolonialen grünen Algen bedürfen dringend einer kritischen Durcharbeitung. Die Gattungs bzw. Artsystematik ist sehr oberflächlich. Überraschungen stehen da sicher noch bevor.

Die Frage, ob das farblose *Hyaloraphidium* (PASCHER et KORSCHIKOFF, Arch. Prot. 74 [1931] 249.) mit *Raphidiella*-artigen, einzeln lebenden Heterokonten, verwandt ist, steht offen.

Eine einzige Art::

Raphidiella fascicularis (Fig. 534–536).

Mit den Charakteren der Gattung:

Zellen 3–5 μ breit, bis 18–30 μ oder noch mehr μ lang.

Vorkommen: Wärmeliebende Form in Altwässern längs der Moldau bei Lissa i. Böhmen, mit *Pleurochloris polypyren* (1931).

Chlorellidieae.

Die wenig- bis sehr vielzelligen Lager vorherrschend aus Vierergruppen von Zellen zusammengesetzt, zwischen denen sich Zweiergruppen und einzelne Zellen finden. In den Vierergruppen die Zellen meistens tetraedrisch angeordnet und sich gegenseitig abplattend. Die Zellen einer Gruppe entweder nur leicht miteinander verklebt oder so fest miteinander verwachsen, daß sie durch Druck nicht voneinander trennbar sind. Die Tochterzellen verbinden sich bereits innerhalb der Mutterzelle, so daß aus der Mutterzelle bereits zwei- bzw. vierzählige Zellverbände austreten. Bei einer vorgeschritteneren Gattung lösen sich auch die entleerten Mutterzellen nicht mehr aus dem Verband. Schwärmerbildung beobachtet. Gelegentlich wachsen einzelne Zellen sehr stark heran und bilden dann viele Schwärmer bzw. Autosporen.

Das Charakteristische dieser Reihe besteht in der Verklebung bzw. in der festen Verwachsung der Tochterzellen zu kleinen zwei- oder vierzelligen Kolonien und der Zusammensetzung der Lager aus solchen zwei- oder vierzähligen Zellverbänden. Man kann sich vorstellen, daß die *Chlorellidieae* eine Weiterentwicklung von *Tetraktideae* seien. Diese bilden vorherrschend vierzellige Zellkolonien, die sich aber nicht zu Lagern vereinigen, während sie bei den *Chlorellidieae* zu größeren Lagern vereinigt werden.

Zwei Gattungen:

I. Vierer- oder Zweier-Zellgruppen durch Druck relativ leicht aus dem Verbande lösbar. Losgelöste Zellen meist polyedrisch **Chlorellidiopsis *44.***

II. Die Vierer- oder Zweier-Zellgruppen nicht von den übrigen Zellen trennbar. Die Zellen fast miteinander verwachsen . . . . **Chlorellidium *45.***

44. Chlorellidiopsis (Fig. 537–538, 540*a*, *b*).

Name von χλωρός = grüngelb abgeleitet; auf dem Umweg über *Chlorellidium* (s. S. 688) gebildet und *Chlorellidium*-artige Alge bedeutend.

Zellen selten einzeln, zumeist in recht unregelmäßigen, manchmal *Pleurastrum*-artigen, vielzelligen, oft großen Zellhaufen. Diese Zellhaufen sind vorherrschend zusammengesetzt aus Zelltetraden, seltener Zweiergruppen und einzelnen Zellen. Diese kleinen Zweier- oder Vierergruppen von Zellen sehr locker zusammenhaftend und unter Druck sich leicht voneinander lösend. Die Zellgruppen werden durch die zarten,

weichen Membranen der Mutterzellen zusammengehalten. Die aus den Tetraden oder Zweiergruppen isolierten Zellen behalten, vorausgesetzt, daß sie ausgewachsen sind, zumeist ihre unregelmäßig abgeplattete, polyedrische Form bei. Daneben finden sich

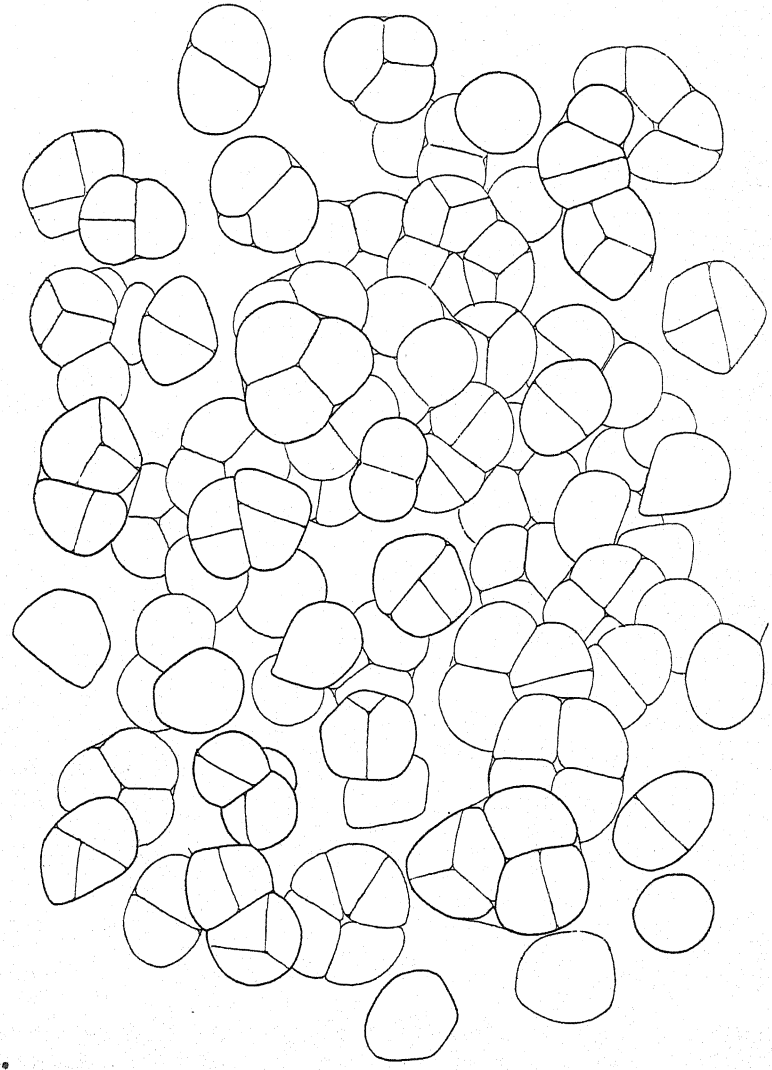


Fig. 537. *Chlorellidiopsis separabilis:* Teil eines größeren Lagers, bestehend aus Zelltetraden oder Zelldyaden, deren Zellen zum Teil wieder bereits in Teilung sind. Im Gegensatz zu *Chlorellidium* sind hier die Zellen nicht fest miteinander verwachsen, sondern nur leicht miteinander verklebt und trennen sich durch Druck sehr leicht voneinander. Solche isolierte Zellen behalten, wenn sie ausgewachsen sind, die unregelmäßige Abplattung ihrer Form bei.

aber auch schön kugelige oder etwas eiförmige Zellen. Membran sehr zart, manchmal mit einer sehr leichten Gallerthülle umgeben, die sich gelegentlich an einzelnen Zellen oft sehr stark verstärken kann. Keine Skulptur. Chromatophoren bei der bekannten Art oft auffallend klein, oft auch sehr blaß, wandständig, meist in der Einzahl, dann oft sehr stark gelappt, meist zu zweien (oder mehreren), nicht selten im letzteren Fall untereinander sehr ungleich. „Eiweißkristalle" nicht beobachtet, dagegen treten manchmal rubinrote Tröpfchen des Exkretöles auf.

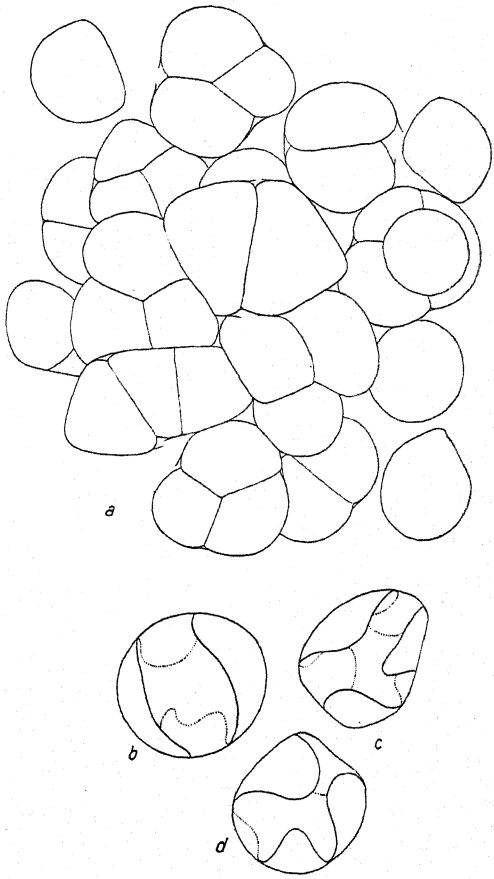


Fig. 538. *Chlorellidiopsis separabilis*? (s. S. 687). *a* Teil eines aus Tetraden und Dyaden bestehenden Lagers, Zellen ebenfalls durch Druck leicht voneinander trennbar. *b, c, d* einige solche isolierte, zum Teil unregelmäßig polygonal abgeplattete Zellen isoliert. Beachte den gelappten Chromatophoren!

Schwärmer und Autosporen beobachtet. Schwärmer zu zweien bis vieren (selten zu acht) gebildet, meist etwas walzlich (siehe Fig.), vorne sehr stark abgeschrägt, Hauptgeißel eineinviertel körperlang, Nebengeißel bei der bekannten Art stummelförmig. Zwei kontraktile Vakuolen. Chromatophoren an den Schwärmer nicht selten binnenständig und dann oft in der Form eines unregelmäßig gefalteten oder gebogenen, ungleich breiten, oft tief gelappten Bandes. Stigma nicht beobachtet, wahrscheinlich aber nur übersehen. Die Schwärmer können amöboid werden. Manchmal treten die Teilprotoplasten aus der Mutterzelle bereits in der Form geißelloser Amöben aus. Animalische Ernährung beobachtet. Die Schwärmer haben eine sehr kurze Schwärmzeit.

Autosporen zu zwei oder vieren gebildet, sehr lange durch die stark gedehnten und hier etwas verschleimenden (Gegensatz zu *Chlorellidium*) Mutterzellmembranen zusammengehalten und dadurch sich gegenseitig abplattend. Oft sind mehrere Generationen von Autosporen tetraedrisch ineinander geschachtelt. Dadurch, daß die Autosporen noch innerhalb der gedehnten Muttermembran zu vegetativen Zellen auswachsen, behalten sie auch nach ihrer gegenseitigen Ablösung ihre unregelmäßige polyedrische abgeplattete Gestalt bei. Autosporen nicht gesehen, auch nicht Zellen mit einer besonders verstärkten Membran.

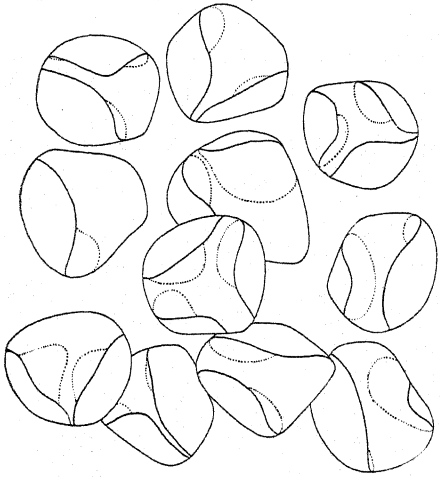


Fig. 539. *Chlorellidiopsis separabilis*? (s. S. 687). Durch Druck aus den Tetraden bzw. Dyaden isolierte, zum Teil abgeplattete, bzw. abgekantete Zellen.

Diese Gattung ist insoferne von Interesse, als sie einen bestimmten Typus kolonialer Heterococcalen, die *Chlorellidieae* und *Tetraktideae* mit den einzeln lebenden Formen verbindet. Durch die eigenartige, wenn auch nur lose koloniale Aneinanderlagerung der Zellen zu Zweier- oder Tetradengruppen, die dabei auffallend lange bestehen können, bildet diese Gattung einen Übergang von den einzelligen Formen wie *Pleurochloris* oder *Chloridella*, die die Autosporen sehr bald voneinander isolieren, zu jenen Formen, bei denen die zu zwei oder meist zu vieren und dann tetradenartig aneinander gelegenen Autosporen mit ihren Membranen fest miteinander verkleben, in diesem Verbande zu vegetativen Zellen auswachsen, und auch durch Druck nicht aus dem Verbande trennbar sind.

Chlorellidiopsis separabilis (Fig. 537–539, 540*a*, *b*).

Mit den in der Gattungsbeschreibung angegebenen Merkmalen.

Zellen 8–14 μ groß, gelegentlich viel größer, Schwärmer 12–18 μ lang.

Vorkommen: Einmal aus Glashauserde in Prag beobachtet; seit Einleitung des gechlorten Wassers nicht mehr gesehen.

An der beobachteten Art fallen die kleinen und oft sehr blassen Chromatophoren sehr auf. Kulturversuche mit dieser Alge müssen erweisen, inwieweit sie zur Heterotrophie neigt und inwieweit die Ernährung und Ausblassung der Chromatophoren mit der Heterotrophie zusammenhängt.

Im übrigen scheint diese Gattung nicht nur aus der beschriebenen, sondern aus mehreren Arten zu bestehen. Ich sah — leider viel zu wenig und zu unvollständig — ähnliche Gruppen von Zellen, bestehend aus tetraedrischen Zellverbänden,

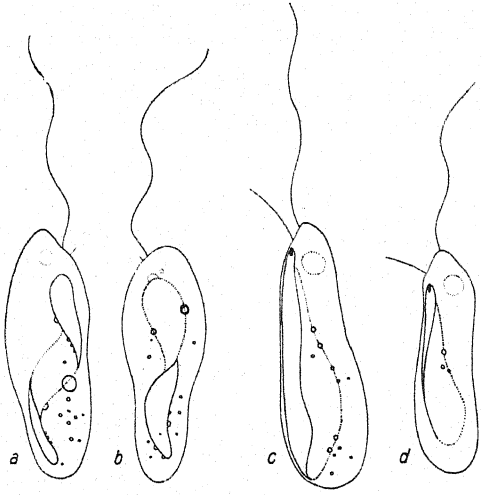


Fig. 540. *Chlorellidiopsis saparabilis: a, b;* und *Chlorellidium tetrabotrys: c, d;* je zwei Schwärmer.

deren Zellen aber, abgesehen von anderen Maßen, wohlentwickelte große Chromatophoren, bei einer Form sogar in der Mehrzahl, hatten. Ich empfehle diese eigenartigen, für das Verständnis der Koloniebildung wichtigen Formen dem Studium (Fig. 539).

Ich hielt diese Alge, wie *Chlorellidium*, für eine mehr tropische, bei uns eingeschleppte Form. In allerletzter Zeit sah ich, leider war die Alge nicht in Kulturen zu halten, auch eine hierhergehörige Form in der Heimat. Die Lager (mit Blaualgen und anderen Algen durchsetzt) bestanden in grünen, punktartigen Flecken. Sie setzten sich wie bei *Chlorellidiopsis separabilis* aus Zweier- und Vierergruppen zusammen und hatten die gleichen polyedrischen und dabei recht unregelmäßigen Zellen. Die Zellen hatten eine sehr zarte Membran, ließen sich sehr leicht voneinander trennen. Immer war nur ein Chromatophor vor-

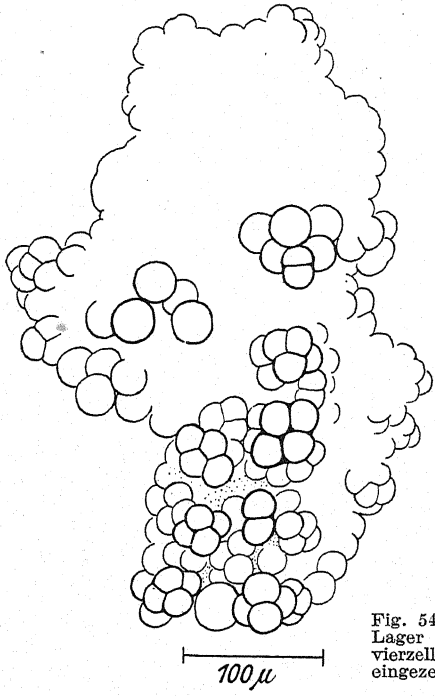
handen, der durch tiefe Einschnitte tief zerlappt, ja fast völlig zerteilt war (Fig. 538). Vielleicht war ein Pyrenoid vorhanden. Leider kamen keine Schwärmer zur Beobachtung. Die Alge wuchs auf lehmigem Überschwemmungsboden längs der Moldau und war leider, wie die meisten Algen auf Überschwemmungsböden, in kurzer Zeit wieder verschwunden.

45. Chlorellidium VISCHER et PASCHER (Fig. 540*c*, *d*, 541–551).

Name von χλωρός = grüngelb; auf dem Umweg über den Namen *Chlorella* (Grünalge) gebildet. Bedeutung: *Chlorella*-artige Alge.

VISCHER et PASCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **47** (1937) 241.

Das Lager der Alge besteht zumeist aus tetraedrischen Vierergruppen von Zellen, unter denen sich Zweiergruppen oder



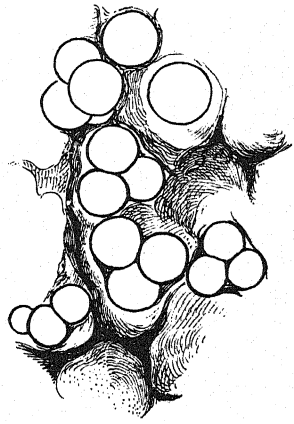


Fig. 542. *Chlorellidium tetrabotrys:* Teil eines alten Lagers (nach VISCHER).

Fig. 541. *Chlorellidium tetrabotrys:* großes Lager von *Chlorellidium: a* die zwei- bis vierzelligen Teilkolonien nur stellenweise eingezeichnet; beachte den traubigen Umriß des Lagers (nach VISCHER).

einzelne Zellen finden. Seltener sind darunter aus mehr als vier Zellen bestehende Zellverbände und ohne bestimmte Ordnung. In den einzelnen Tetraden wie auch in den Zweiergruppen sind die Zellen an den Kontaktflächen sehr stark abgeplattet

und schließen lückenlos oder bis auf eine kleine, zentrale Lücke aufeinander. Die miteinander verbundenen Membranen können zu allermeist auch durch Druck nicht voneinander gelöst werden. Sie lösen sich auch nicht voneinander, wenn ihr Inhalt in Form von Autosporen oder Schwärmern entleert wird (Fig. 548,

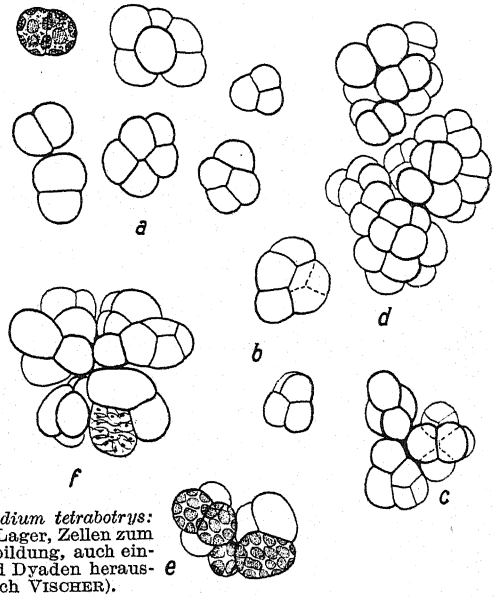


Fig. 543. *Chlorellidium tetrabotrys:* verschieden große Lager, Zellen zum Teil in Schwärmerbildung, auch einzelne Tetraden und Dyaden herausgezeichnet (nach VISCHER).

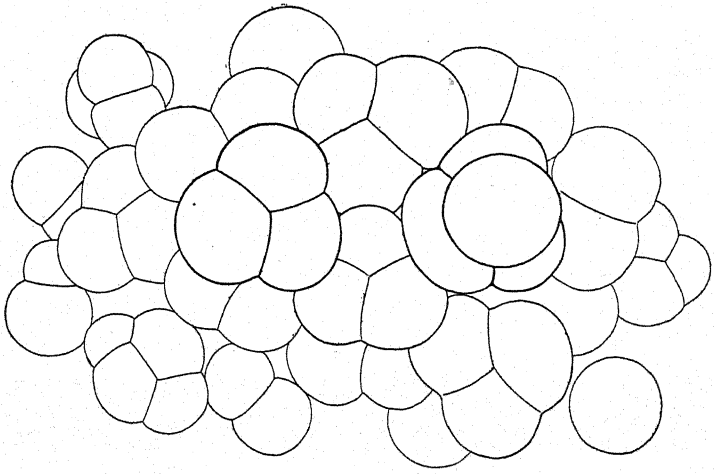


Fig. 544. *Chlorellidium tetrabotrys:* Teil eines größeren Lagers, das aus Zelltetraden oder seltener Zelldyaden besteht.

549 *c, f*). Etwas weniger fest verbunden sind die unregelmäßigen Verbände, die aus mehr als vier Zellen bestehen (Fig. 551). Um die Tetraden wie auch um die Zweiergruppen bleiben nicht selten die erweiterten Membranen der Mutterzelle in Stücken erhalten (Fig. 546 *a, b, c*), selten sind sie in ihrer Gänze verfolgbar (Fig. 548).

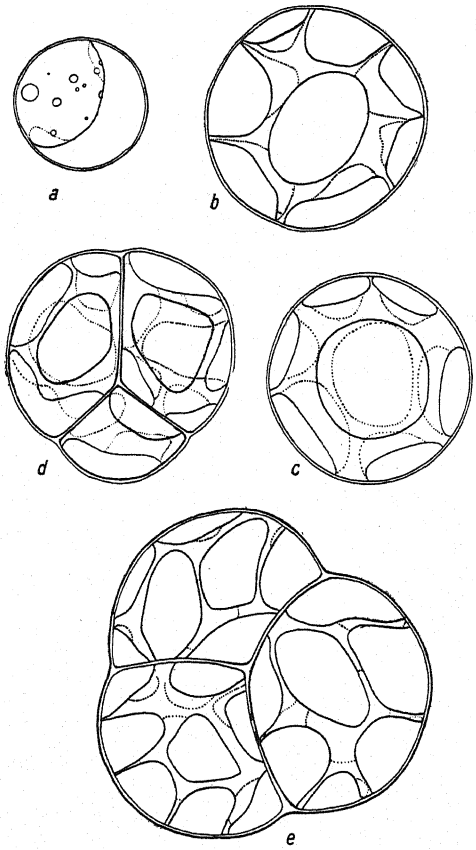


Fig. 545. *Chlorellidium tetrabotrys:* *a* junge Zelle mit einem Chromatophoren; *b, c* größere Zelle mit mehreren Chromatophoren; *d, e* junge Tetraden.

Gelegentlich wachsen einzelne Zellen, ohne Autosporen oder Schwärmer zu bilden, sehr bedeutend heran und sehen dann kleinen *Botrydiopsis*-Zellen sehr ähnlich. Solche große Zellen bilden dann meist keine Zelltetraden, sondern sehr viele Schwärmer oder Autosporen aus.

Zellhaut zumeist zart, doch fest, nur selten derb und direkt geschichtet, ohne Skulptur und immer ohne differenzierte Gallerthülle und auch nicht verschleimend. Chromatophoren zwei bis mehrere immer wandständig, manchmal sehr ungleich groß und oft in den Zellen einer Tetrade an Zahl wechselnd (Figur 545 *d, e*). Rotes Exkretöl nicht beobachtet, ebensowenig Eiweißkristalle.

Vermehrung durch Schwärmer oder durch behäutete Tochterzellen. Die Zellen öffnen sich zumeist mit einem großen Loche. Die überbleibende Membran „verschleimt" nicht, sondern bleibt fest. Schwärmer (Fig. 540 *c, d*) zu vier bis mehreren gebildet, verkehrt gestreckt eiförmig, vorne stark abgeschrägt, mit zwei oder einem (dann meist binnenständigen) Chromatophoren mit Stigma. Hauptgeißel bei der beobachteten Art über körper-

lang, Nebengeißel nur ein Drittel davon. Die Schwärmer[1]) kommen nach kurzer Bewegungszeit zur Ruhe und bilden kleine behäutete Zellen, die sehr rasch heranwachsen und dann in den allermeisten Fällen zur Bildung von vier tetradenartig gelagerten Tochterzellen schreiten. Nicht selten schwärmt der

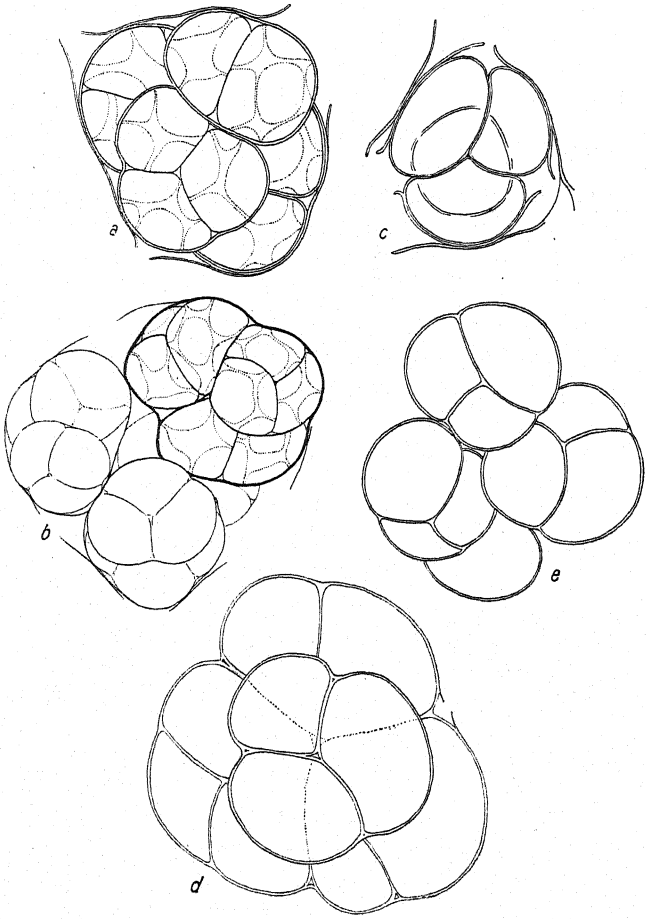


Fig. 546. *Chlorellidium tetrabotrys: a* die Tochterkolonien einer Tetrade noch durch die Reste der Mutterzellmembran zusammengehalten, die Zellen der Tetrade bereits selber wieder in Tetraden- oder Dyadenbildung; *b* zwei Teilungsgenerationen durch die relativen Mutterzellhäute zusammengehalten; *c* Zelltetrade mit den Resten der Membran der Mutterzellen erster und zweiter Ordnung; *d* vier Tetraden, Reste der Mutterzellmembran zum Teil erhalten; *e* drei Tetraden und eine Dyade in tetraedrischer Anordnung, hervorgegangen aus den vegetativen Zellen einer Tetrade.

[1]) Auch hier können in ihren Protoplasten verbundene Schwärmer vorkommen.

Inhalt der eben behäuteten Zellen wieder in Form eines Schwärmers aus, ein Vorgang, der sich mehrmals wiederholen kann.

Vorherrschend Vermehrung durch Bildung von vier Tochterzellen (Fig. 546, 547), die auch nach dem Austritt in Tetraden vereinigt bleiben. Diese Tetraden werden entweder durch die quellenden, inneren Schichten der Mutterzellhaut ausgestoßen, oder die Mutterzellhaut dehnt sich und reißt schließlich, besonders beim Wachsen der Tetradenzellen, unregelmäßig auf. Gelegentlich sind, entsprechend den Teilungsfolgen, zwei, sehr

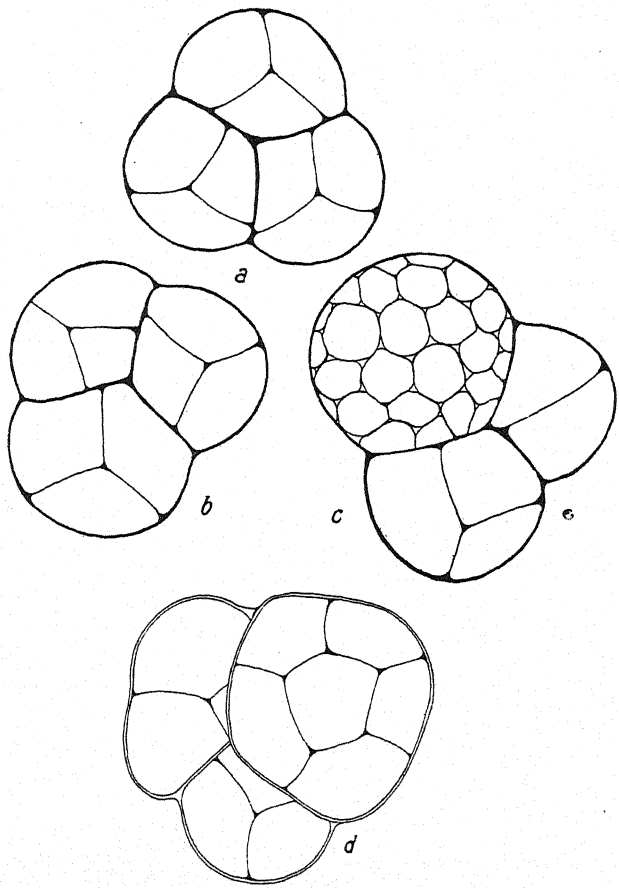


Fig. 547. *Chlorellidium tetrabotrys: a, b* je eine Tetrade in Protoplastenteilung; jeder Protoplast wird in vier Teilprotoplasten aufgeteilt. Die Anordnung dieser Teilprotoplasten ganz gesetzmäßig; untere Zelle bei *b* ist aber in der Anordnung der Teilprotoplasten gestört; *c* von den Zellen einer Tetrade eine Zelle in Schwärmerbildung und stark vergrößert, eine Zelle in Dyaden-, die untere Zelle in Tetradenbildung; *d* Teilungsstadium einer Zelltetrade, die Zelle rechts in Schwärmerbildung, die beiden anderen Zellen und auch die untere, hier nicht eingezeichnete Zelle in Tetradenbildung.

selten aber drei Tetradengenerationen ineinander geschachtelt (Fig. 546 *a*, *b*, 548). In sehr seltenen Fällen werden die ausnahmsweise nicht miteinander verbackenen Zellen der jungen Tetraden einzeln entleert.

Nicht immer aber werden nur vier miteinander verklebte Tochterzellen gebildet, es entstehen auch 6–8 Tochterzellen (Fig. 548), wobei die Mutterzellen sehr häufig stark in die Größe wachsen. Diese zu mehreren gebildeten Tochterzellen bleiben zumeist auch nach dem Austritt aneinander kleben (Fig. 551), allerdings ist der Zusammenhalt nicht so fest wie bei den

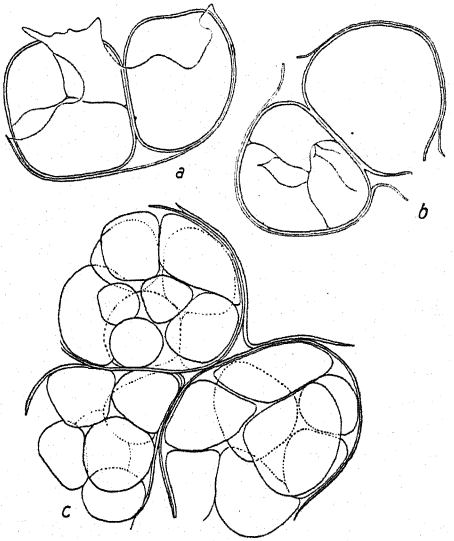
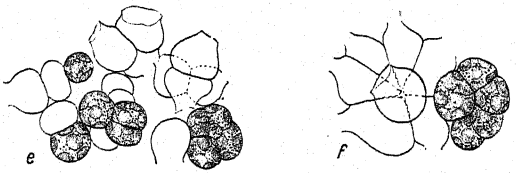


Fig. 548. *Chlorellidium tetrabotrys*: *a*, *b* Reste von Zellmembranen einer Tetrade, welche durch Druck entleert wurde. Auch durch den Druck haben sich die verklebten Membranen nicht voneinander getrennt; *c* Vielzellbildung innerhalb der Zellen einer Tetrade, die vielen Zellen traten aber nicht als Aplanosporen aus, ihre Membranen waren verklebt und ließen sich auch durch Druck nicht völlig voneinander lösen.



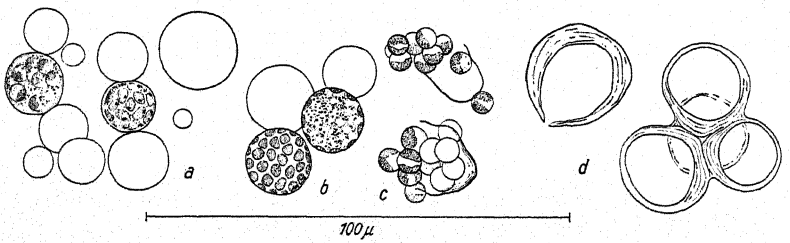


Fig. 549. *Chlorellidium tetrabotrys*: *a* einzelne Zellen in Schwärmer- und Aplanosporenbildung; *b* sehr stark herangewachsene vegetative Zellen in Oberflächenansicht wie auch im optischen Längsschnitt; *c* Zellen bei der Entleerung der Aplanosporen; *d* durch Druck entleerte Einzelzelle, bzw. Zelltetrade; *e*, *f* Tetraden in Schwärmerbildung, Schwärmer bereits durch ein großes Loch in der Membran entleert (nach VISCHER).

Zelltetraden. In dieser Ausbildung kann *Chlorellidium* manchmal an kleine Kolonien von *Botryochloris* oder *Sphaerosorus* erinnern. Manchmal trennen sich dann einzelne Zellen aus dem Verbande. Gewöhnlich schreiten die Zellen eines solchen großen Zellverbandes sehr bald zur Schwärmer- oder Tetradenbildung.

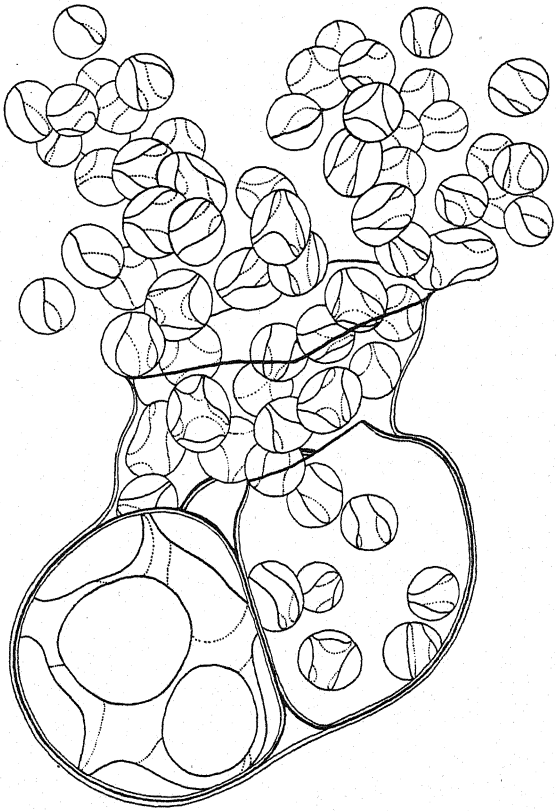


Fig. 550. *Chlorellidium tetrabotrys:* von den vier Zellen einer Tetrade haben drei eine sehr große Menge von kleinen kugeligen, ellipsoidischen oder bohnenförmigen Aplanosporen gebildet. Diese Aplanosporen werden wie sonst die Schwärmer durch ein großes Loch der Mutterzellmembran entleert, Aplanosporen isoliert. Die beiden anderen Zellen beteiligen sich an der Aplanosporenbildung nicht. Die Aplanosporen können zu vegetativen Zellen heranwachsen, die wieder Tetradenteilungen eingehen, oder aber sie bilden Schwärmer aus (siehe Seite 695).

Es können aber in den Zellen von *Chlorellidium* gelegentlich sehr viele (16–32, vielleicht sogar noch mehr) sehr kleine Tochterzellen gebildet werden (Fig. 550), die kugelig, ellipsoidisch bis leicht nierenförmig sein können und nicht mehr miteinander verkleben, sondern auch nach dem Austreten isoliert bleiben.

Diese kleinen Zellen wachsen entweder zur normalen Größe heran, um dann wieder Zelltetraden oder Schwärmer zu bilden, oder aber sie bilden oft kurze Zeit nach dem Austritt einen oder zwei Schwärmer aus, die sich sehr bald behäuten. Diese Zellen wachsen entweder zu normalen *Chlorellidium*-Zellen heran, teilen sich und liefern Tetraden oder entleeren wieder Schwärmer. Diese kleinen, zu vielen gebildeten Zellen können eventuell als Aplanosporen bezeichnet werden. Andere Stadien nicht gesehen.

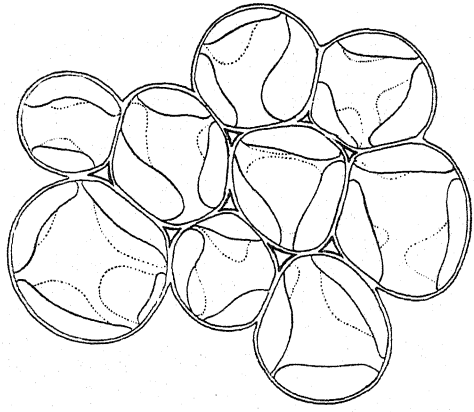


Fig. 551. *Chlorellidium tetrabotrys:* in einer Zelle einer Tetrade wurden nicht vier, sondern sechzehn (sieben davon nicht eingezeichnet, da sie über bzw. unter der optischen Ebene lagen) Tochterzellen gebildet; sie traten aber nicht isoliert als Aplanosporen aus, sondern verklebten zum Teil miteinander und bildeten auf diese Weise eine *Botryochloris*-artige (siehe S. 663) Kolonie.

Im allgemeinen zeigen die Zellen von *Chlorellidium* kein besonderes Größenwachstum. Nur gelegentlich tritt an den einzelnen Zellen ein solches in bedeutenderem Maße auf, es sind das nicht selten die Zellen, welche dann auch sehr viele (bis 64) Schwärmer oder sehr viele behäutete Tochterzellen ergeben. Erwähnt sei ferner, daß bei *Chlorellidium* die Chromatophoren in manchen Zellen frühzeitig Stigmen entwickeln, ohne daß es aber zur Schwärmerbildung kommt (wahrscheinlich Hemmungsbildung?). Behäutete Tochterzellen zeigen nicht selten innerhalb der Mutterzelle kontraktile Vakuolen und Stigma.

Chlorellidium tetrabotrys Vischer et Pascher
(Fig. 540 *c*, *d*, 541–551)

Vischer et Pascher, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **47** (1937) 241.

Abb.: Vischer et Pascher, a. a. O. (1937) Fig. 10, S. 242; Fig. 11, S. 243; Fig. 12, S. 244; Fig. 13, S. 245.

Mit den Merkmalen der Gattung. Chromatophoren 5–12, Schwärmer mit meist zwei Chromatophoren, Nebengeißel ein Drittel der Hauptgeißel. Stigma verhanden.

Zellen 8–10 μ groß, vereinzelt bis 20–25 μ messend.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Kulturen bekannt. Aus Warmhauserde von W. VISCHER in Basel; in einer etwas verschiedenen Form beobachtet aus der Warmhauserde der Glashäuser des Deutschen Botanischen Gartens in Prag (1913). Die Beschreibung und Zeichnungen sind nach Baseler Material gemacht. Reinkulturen dieser Art vorhanden (Genf, Prag, Basel).

VISCHER (1937) züchtete von dieser Alge zwei etwas voneinander verschiedene Rassen. Die eine, Nr. 153 der Baseler Reinkulturen, hat etwas rascheres Wachstum und bildet weniger Schwärmer. Ihr Zellinhalt hat viele Tröpfchen, hat stark granuliertes Plasma, wodurch der Zellinhalt undeutlich wird. Die andere, Nr. 155, wächst langsamer und hat einen klareren Zellinhalt. Das Prager Material hatte etwas größere Zellen und weniger Chromatophoren. Auch diese Alge verschwand mit Einführung des gechlorten Leitungswassers (Zellen meist um 12μ).

Sicher sind von *Chlorellidium* mehrere Arten vorhanden. Leider sind wir mit der Algenflora der tropischen Böden recht wenig vertraut.

Gloeopodiaceae.

Zellen einzeln oder in Kolonien, dadurch auf einer Unterlage festsitzend, daß aus der Zelle stielförmig Gallerte ausgeschieden wird, in deren oberer Vertiefung die Zelle sitzt. Stiel meistens sehr derb. Dadurch, daß gelegentlich die Tochterzellen noch am oberen Ende des Stieles der Mutterzelle ihre Stiele bilden, kann, wenn auch selten, es zur Bildung von zwei- oder vierzelligen Kolonien kommen.

Diese Familie scheidet sich von den ebenfalls festsitzenden Familien: Mischococcaceen, Characiopsidaceen und Chlorotheciaceen dadurch, daß die Stiele nicht mit der Membran der Zelle verbunden sind.

Die Familie der Botryococcaceen weist in der Art der Koloniebildung und der Gallertstielbildung weitgehende Übereinstimmung auf. Da aber durch die Untersuchungen von

Blackburn die Zugehörigkeit der Gattung *Botryococcus* zu den Heterokonten recht fraglich geworden ist und sie aller Wahrscheinlichkeit als Chlorophyceen angesprochen werden muß, so sind die Botryococcen hier nicht ausführlich behandelt. (Siehe Anhang: unsichere Heterokonten).

Eine einzige Gattung:

46. Gloeopodium (Fig. 552–556).

(Name von γλοῖος = schleimig; ὁ ποῦς = der Fuß.)

Zellen kugelig, ellipsoidisch bis ei- oder birnfömig, einzeln oder nur ausnahmsweise in wenigzelligen Kolonien, mit einem dicken, längeren oder kürzeren Gallertstiel, der an der Basis manchmal verbreitert ist, auf verschiedenen Unterlagen festsitzend. Die Zellen sitzen einzeln in der vorderen Aushöhlung des Gallertstieles. Gallertstiel gerade oder manchmal leicht gekrümmt, nicht selten eine eigenartige, querstreifige Struktur bzw. Schichtung zeigend, die aus kleinen Strichen oder Punkten besteht, die zu unregelmäßigen Querreihen angeordnet sind (Fig. 96, S. 118). Zellen in der Form oft recht schwankend, zu allermeist mit derber, manchmal rötlich verfärbter, (vielleicht zweiteiliger) Membran. Im unteren Teil der Zelle kleine punktförmige Poren der Wand nachzuweisen, aus welchen die Gallertsubstanz austritt. Die Zentralpartien dieser ausgetretenen, verquollenen Gallertsubstanz verursachen die gelegent-

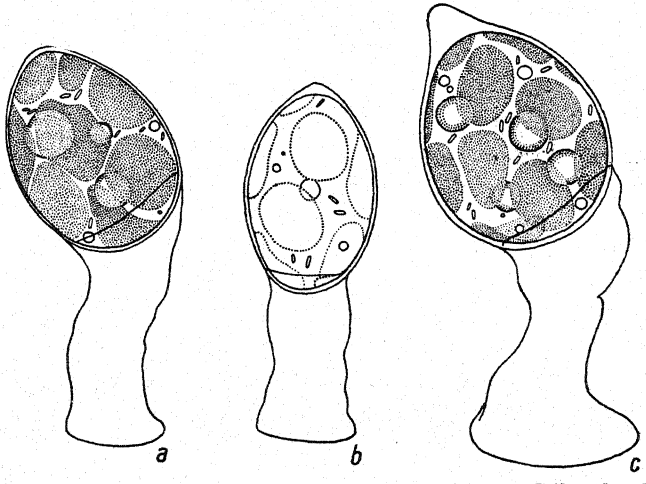


Abb. 552. *Gloeopodium elephantipes.* *a*, *b*, *c* drei verschiedene Zellen, beachte die starke Membranverdickung am vorderen Ende der Zelle.

lich sichtbare eigenartige Struktur der Gallertstiele (Fig. 96). In den Zellen ein (dann oft tief gelappter) bis mehrere, dann scheibchenförmige Chromatophoren; bei den bis jetzt bekannten Arten immer ohne Pyrenoid. Öl und Fetttropfen, gelegentlich auch rotes Exkretöl und manchmal, besonders gegen die Basis der Zelle, sehr viel kleine, stark lichtbrechende Körperchen, die wahrscheinlich den in der Zelle deponierten Gallertsubstanzen entsprechen.

Vermehrung vor allem durch Bildung von zwei bis vier Autosporen. Diese Autosporen verfestigen sich gelegentlich

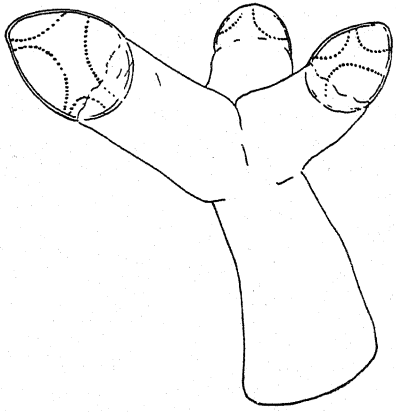


Abb. 553. *Gloeopodium elephantipes.* Dreizellige Kolonie, dadurch entstanden, daß sich von den ersten beiden Tochterzellen nur eine weitergeteilt hat. Die Tochterzellen haben sich ausnahmsweise nicht am Substrat, sondern am oberen, dicken Ende des Gallertfußes der Mutterzelle festgelegt.

(doch relativ selten) beim Heranwachsen zu vegetativen Zellen mit ihren derben Gallertfüßen in der Vertiefung des oberen Endes des Gallertstieles der Mutterzelle. Auf diese Weise entstehen, allerdings sehr selten, zwei- oder vierzellige Kolonien: einem derben Gallertstiele sitzen oben zwei oder vier derbe Gallertstiele auf, in deren vorderen Aushöhlung die einzelnen Zellen sitzen (Fig. 553). Bei einer Art (*Gl. elephantipes*) Schwärmer gesehen. Andere Stadien nicht bekannt.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die hier als *Gloeopodium* zusammengefaßten Formen zum Teil bereits für *Characiopsis*-Arten gehalten wurden (vielleicht *Characiopsis gibba*). Der Unterschied gegenüber *Characiopsis* liegt darin, daß es sich bei *Gloeopodium* um Gallertstiele handelt, deren Substanz aus der

Zelle abgeschieden wird, wobei die Membran der Zelle sehr scharf und kontinuierlich gegen den Gallertstiel abgegrenzt ist. Bei *Characiopsis* wird der Stiel aus Membransubstanz gebildet: die Zellhaut geht direkt in den Stiel über, der Stiel stellt hier gewissermaßen eine einseitige Membranverdickung[1]) dar. Es wird notwendig sein, die *Characiopsis*-Arten auf die Art ihrer Stielbildung hin zu untersuchen.

Gloeopodium hat unter den Chlorophyceen keine direkte Parallele (vielleicht abgesehen von *Prasinocladus*, *Ecballocystis*); dagegen werden bei einer Heterocapsale, *Malleodendron*, die Gallertstiele, mittels welcher die Algen festsitzen, auf die gleiche Weise gebildet, genau so, wie auch *Malleodendron* in der gleichen Weise Kolonien bildet. Bei *Malleodendron* ist aber keine feste Membran um den Protoplasten vorhanden, die Zelle ist nur von einer zarten Gallertschicht umgeben, die Stielbildung erfolgt aber genau so wie bei *Gloeopodium*. Ähnliche Bildungen finden wir auch bei den Tetrasporalen oder Bangialen (*Chroothece*).

Eine gesicherte Art:

Gloeopodium elephantipes (Fig. 552, 553).

Zellen meistens einzeln lebend, ausgesprochen ei- bis birnförmig, manchmal etwas unregelmäßig, nach vorn manchmal förmlich geradlinig verschmälert. Membran derb, häufig am vorderen Ende der Zelle sehr stark verdickt und hier manchmal geschichtet. Gallertstiele sehr kräftig, oft die Zellen bis zu ihrem breitesten Teile umfassend, gerade oder gekrümmt, an der Basis manchmal auffallend verbreitert, oft deutlich mit den zonenförmig angeordneten Strukturen versehen. Chromatophoren mehrere; oft rote Exkretöltropfen. Zwei- bis vierzellige Kolonien kommen gelegentlich vor. Schwärmer einmal gesehen, mit einem oder zwei (selten mehreren) Chromatophoren, sehr formveränderlich, mit anderthalb mal körperlanger Hauptgeißel und winziger, stummelförmiger Nebengeißel.

Zellen: 12–14 μ lang; Stiele bis 20 μ messend.

Vorkommen: Anscheinend recht seltene Alge, vielleicht oligotherm. Aus Wiesenrinnsalen mit Schmelzwasser im Rosannatale in Tirol (1921). Ich glaube, daß die Alge nicht kalkhold ist. Auf derben *Ulothrix*- und *Mikrospora*-Fäden.

---

[1]) Er braucht deshalb mit dem anderen Membranteil chemisch nicht völlig übereinzustimmen.

Neben *Gloeopodium elephantipes* gibt es sicher noch andere hierhergehörige Formen, von denen ich zwei hier näher anführe.

Die eine Form hat ellipsoidische bis eiförmige und dabei sehr derbwandige Zellen, die der vorderen Aushöhlung des sehr kurzen und derben Gallertstieles so eingefügt sind, daß die Zellen schief oder normal zur Richtung des Stieles, ja sogar winkelig nach abwärts abgebogen stehen können. Chromatophoren zwei bis vier. Kolonien nicht beobachtet. Zellen 6–10 μ im Durchmesser.

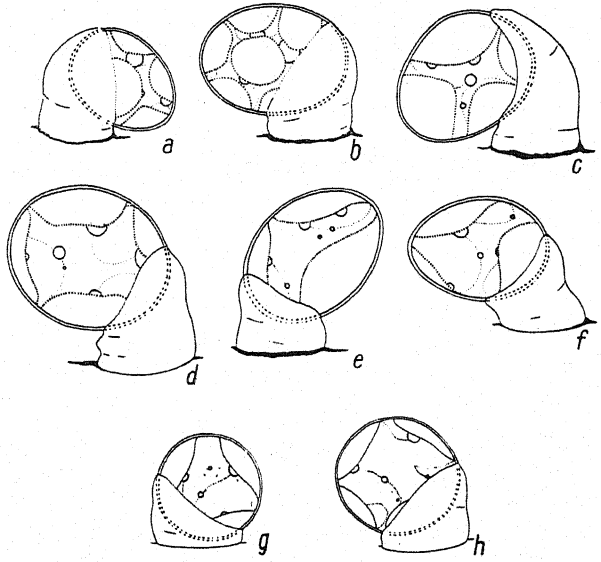


Fig. 554. *Gloeopodium nutans.* *a—f* Typische Formen. Beachte die wechselnde Zahl der Chromatophoren! — *g, h* die kleinere Form mit kugeligen Zellen.

Ich sah die Alge aus den Altwässern der Traun im Salzkammergut, ferner vom Ufer des Wolfgangsees auf Cladophoren. Die Alge scheint kalkhold zu sein. ***Gloeopodium nutans*** (Fig. 554).

Neben diesen Formen mit ellipsoidischen bis eiförmigen Zellen gibt es noch eine Form mit kugeligen Zellen (siehe Fig. 554*g, h*). Sie mißt nur 4 μ.

Diese Formen um *Gloeopodium nutans* sehen der *Characiopsis gibba* Borzi (Syn. *Characium gibbum* A. Braun) (siehe S. 730/31, Fig. 579–581) recht ähnlich. Gewiß sind Verwechslungen vorge-

kommen, doch haben die echten *Characiopsis gibba*-Zellen Stiele, welche aus der Membransubstanz gebildet sind.

Zu *Gloeopodium* gehört wohl auch eine Form, die ich vor der Hand als ***Gloeopodium hormotiloides*** bezeichne (Fig. 555). Die Zellen sind ellipsoidisch, haben zwei bis vier Chromatophoren

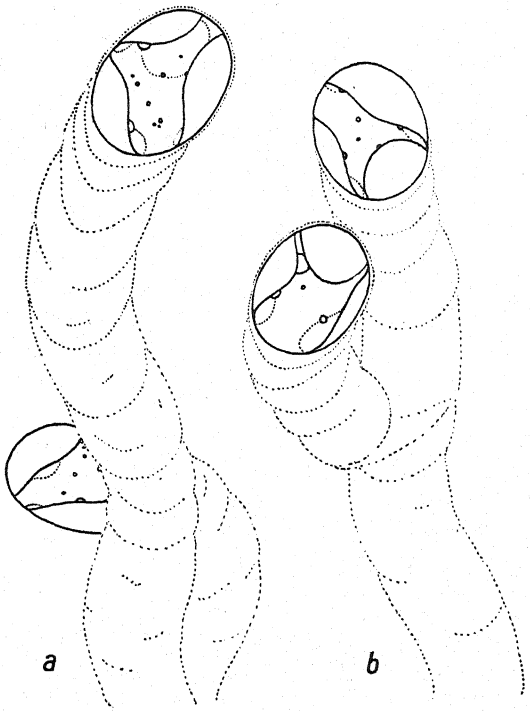


Fig. 555. *Gloeopodium hormotiloides.* *a* Zwei Zellen nebeneinander. *b* Zweizellige Kolonie.

und sitzen derben, meist deutlich geschichteten, oft recht langen Gallertstielen auf. Zweizellige Kolonien wurden beobachtet. Die Zellen messen 5–9 μ und haben im Gegensatz zu den anderen *Gloeopodium*-Arten eine zarte Membran. Es handelt sich hier sicher um eine Heterococcale. Kontraktile Vakuolen konnten an den vegetativen Zellen niemals gesehen werden. Die Alge erinnert etwas an *Malleodendron*. Leider kamen keine Entwicklungsstadien zur Beobachtung. — Aus brackischen Gewässern Jütlands.

In der letzten Zeit hat PYARE LAL ANAND[1]) eine Chrysophycee beschrieben, die morphologisch dem *Gloeopodium hormotiloides* recht ähnlich sieht. Diese Chrysophycee *Chrysotila* kann, besonders in der Art *Chrysotila stipitata* im abgestorbenen Zustand wegen ihrer nach Grün umgefärbten Chromatophoren leicht mit *Gloeopodium hormotiloides* verwechselt werden.

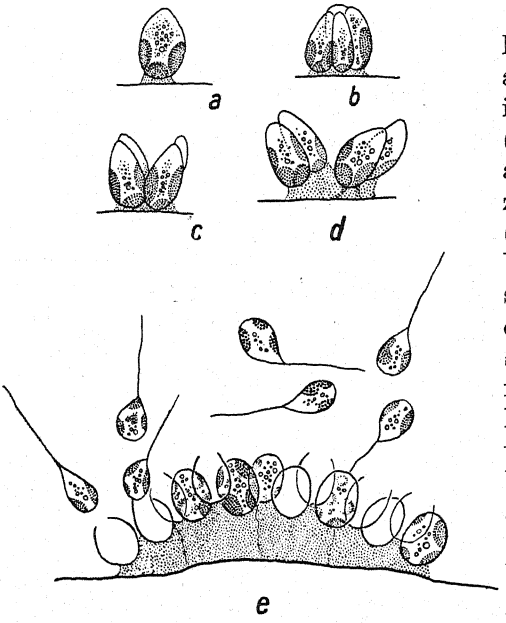


Fig. 556. Eigenartige Stadien einer Heterokonte, die von BORZI in den Entwicklungsgang von *Mischococcus* — wohl zur Unrecht — einbezogen wurden. Die Alge erinnert sehr stark an *Gloeopodium*, möglicherweise ist sie sogar in diese Gattung zu stellen. Weder W. VISCHER noch ich sahen jemals derartige Stadien bei *Mischococcus*. (Siehe auch Fig. 201, S. 294).

Zu *Gloeopodium* gehört fast sicher jene eigenartige Alge, die BORZI in seinen Studi algol. 1 (1895) Taf. X, Fig. 1–5, abbildet und die er zu *Mischococcus* rechnet (Fig. 556). Da weder VISCHER noch ich jemals solche Stadien bei *Mischococcus* gesehen haben, scheint die BORZIsche Annahme unrichtig zu sein. Es handelt sich (Fig. 556) um mehr oder weniger birnförmige Zellen, die auf einem derben kurzen Gallertfuß stehen. Bei der Vermehrung entstehen zwei bzw. vier Zellen (Fig. 556 *b*, *c*, *d*), die sich unter Verbreiterung des Gallertfußes — vielleicht unter Verschmelzung ihrer Gallertfüßchen, verfestigen und dabei auch auseinander weichen können. So entstehen eigenartige, vier- und schließlich mehr- bis vielzellige Verbände, deren Zellen mit ihrem dickeren Ende in der mehr oder weniger gemeinsamen Gallertmasse stecken, die die Summe der miteinander verbundenen Gallertfüßchen darstellt (Fig. 556 *e*). Von oben ge-

[1]) PYARE LAL ANAND: An ecological study of the algae of the British Chalk-Cliffs, Part 1. (The Journal of Ecology **25** [1937] Fig. 1, A, B, S. 165). — A taxonomic study of the algae of the british Chalk-Cliffs. (Journal of Botany 1937, Supplement II, S. 20, Fig. 5, A–D).

sehen, erweist sich eine solche Kolonie aus Zweier- oder meist aus Vierergruppen zusammengesetzt. Dazu gehören auch die in dieser Bearbeitung bei *Dictyosphaeriopsis* abgebildeten Stadien (S. 294, Fig. 201). (***Gloepodium concrescens*** in not.)

Mischococcaceae.

Pascher, Hedwigia **53** (1912) 14. — S. W. Fl. **11** (1925) 33. — Beih. Bot. Cent. 48, Abt. II (1931) 324. — Smith, G. M., Freshw. Alg. U.S.A. (1935) 146.

Syn.: *Heterodendrineae* Fritsch, F., Struct. Rep. Alg. **1** (1936) 478.

Alge im ausgebildeten Zustand mit Zellen, welche zu bäumchenförmigen, dicho- oder tetratom oder unregelmäßig verzweigten, stockwerkartig gegliederten Kolonien vereinigt sind. Kolonie aus Stielen aufgebaut, an den Enden der obersten Gallertstiele die Zellen zu zwei oder vier. Vermehrung durch Schwärmer oder Autosporen. Bei der Autosporenbildung reißt die Membran der Mutterzelle auf, die Innenschichten der Mutterzelle quellen stielartig hervor und schieben an ihrem oberen Ende die zwei oder vier Autosporen mit sich her (Stiele demnach ganz anders entstehend als bei den Gloeopodiaceen oder bei den Characiopsidaceen).

Einzige Gattung

47. Mischococcus Naegeli 1849 (Fig. 557–570).

[Name von ὁ μῖσχος = der Stiel; *coccum* (s) Korn (bes. Kermes-Körner) im ü. S.: Zelle].

Naegeli, C., Gatt. einz. Alg. (1849) 80–82. — Rabenhorst, Flora Eur. Alg. **3** (1868) 29. — Kirchner, Algenflora Schles. (1878) 28. — Borzi, Stud. Alg. **2** (1895) 121. — De Toni, B., Syl. Alg. **1** (1889) 586. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 33. — West et Fritsch, Treat. Brit. Freshw. Alg. Aufl. 2 (1927) 302. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanstalten **23** (1906) 105. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 3. Aufl. II (1927) 397. — Oltmanns, Morph. Biol. Alg. **1** (1922) 25. — Smith, Freshw. Alg. U.S.A. (1935) 146. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1936) 478.

Zellen kugelig oder kurz ellipsoidisch, mit deutlicher, oft sogar derber Haut, die manchmal stark glänzt und gelegentlich durch Eisen braun gefärbt ist. Chromatophoren einer bis mehrere, wandständig, ohne Pyrenoid. Öl und Fett, bei einer Art Eiweißkristalle. Vermehrung durch Schwärmer, wobei bei einzelnen Arten sich die Schwärmer bildenden Zellen auffallend vergrößern. Schwärmer oder Autosporen zu zwei, vier oder mehreren gebildet. Schwärmer mit kürzerer oder längerer Nebengeißel, mit oder ohne Augenfleck, mit zwei kontraktilen Vakuolen.

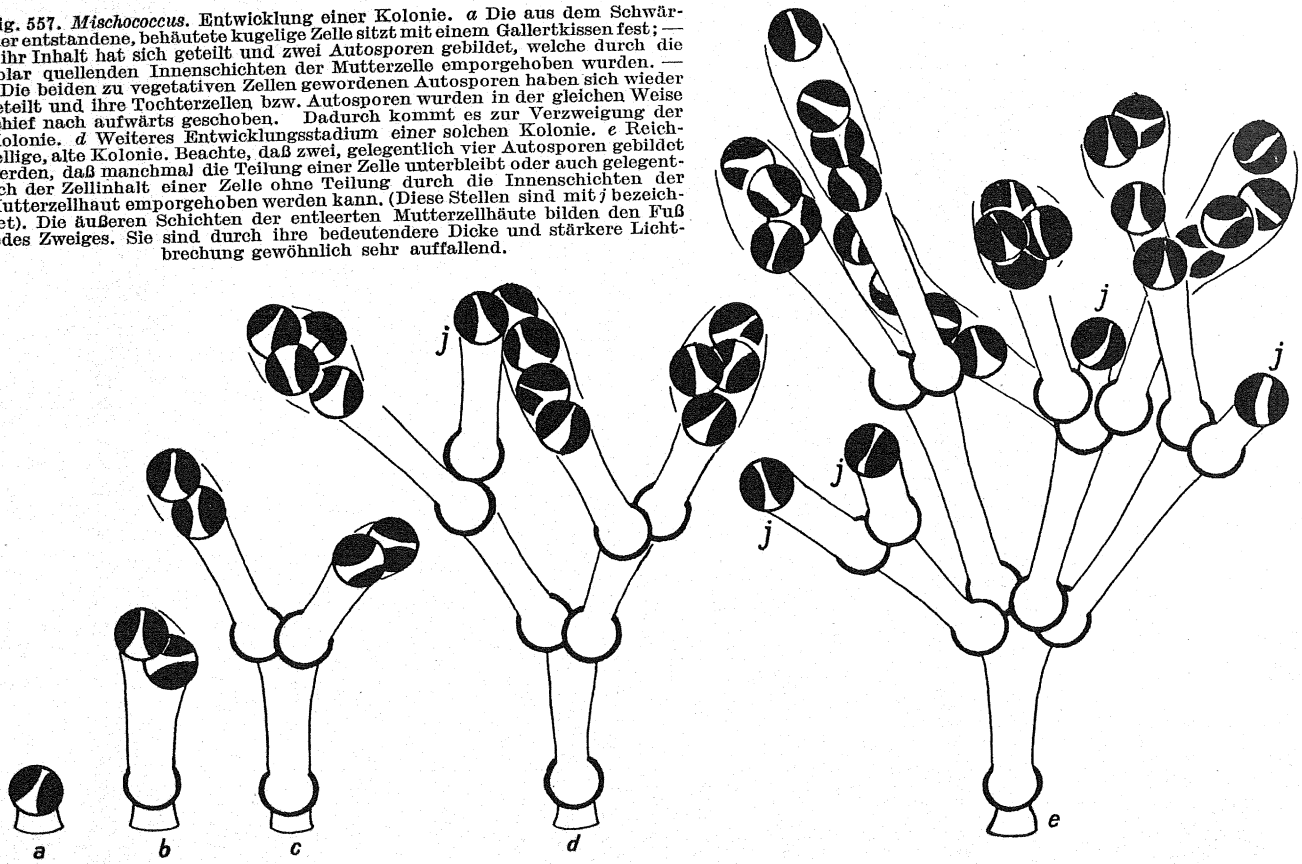


Fig. 557. *Mischococcus.* Entwicklung einer Kolonie. *a* Die aus dem Schwärmer entstandene, behäutete kugelige Zelle sitzt mit einem Gallertkissen fest; — *b* ihr Inhalt hat sich geteilt und zwei Autosporen gebildet, welche durch die polar quellenden Innenschichten der Mutterzelle emporgehoben wurden. — *c* Die beiden zu vegetativen Zellen gewordenen Autosporen haben sich wieder geteilt und ihre Tochterzellen bzw. Autosporen wurden in der gleichen Weise schief nach aufwärts geschoben. Dadurch kommt es zur Verzweigung der Kolonie. *d* Weiteres Entwicklungsstadium einer solchen Kolonie. *e* Reichzellige, alte Kolonie. Beachte, daß zwei, gelegentlich vier Autosporen gebildet werden, daß manchmal die Teilung einer Zelle unterbleibt oder auch gelegentlich der Zellinhalt einer Zelle ohne Teilung durch die Innenschichten der Mutterzellhaut emporgehoben werden kann. (Diese Stellen sind mit *j* bezeichnet). Die äußeren Schichten der entleerten Mutterzellhäute bilden den Fuß jedes Zweiges. Sie sind durch ihre bedeutendere Dicke und stärkere Lichtbrechung gewöhnlich sehr auffallend.

Die Schwärmer bewegen sich nicht sehr lange und setzen sich unter Abrundung und Behäutung fest, wobei sie ein oft unmerkliches, manchmal plumpes bis kurz stielförmiges Gallertkissen ausscheiden. Es bilden sich dann in der Zelle zwei oder

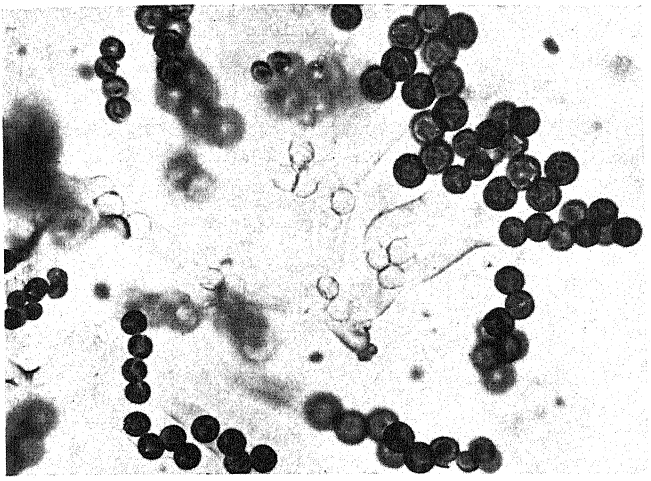


Fig. 558. *Mischococcus sphaerocephalus.* Photo einer sehr stark entwickelten Kolonie aus einer Reinkultur von Prof. W. VISCHER.

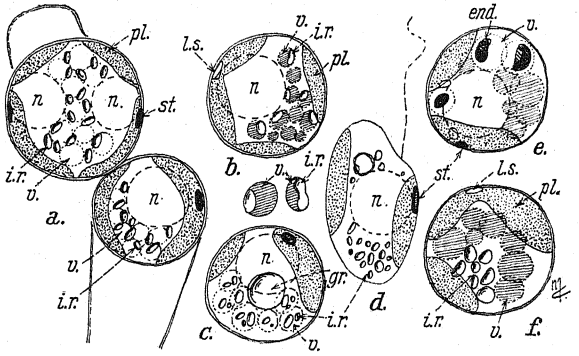


Fig. 559. Einzelzellen und Schwärmer von *Mischococcus confervicola:* *a* Zellen im Beginn der Teilung (Schwärmerbildung), die beiden Stigmen herausgebildet; *b* Zellen in Stigmabildung; *ls* Leukostigma: = noch ungefärbtes Stigma; *c* vorgeschrittenes Stadium; *d* Schwärmer, nur die Hauptgeißel angedeutet; *n* Kern; *e, f* Stigmabildung; *n* Kern; *pl* Plastiden-Chromatophoren; *ls* Leukostigma; *st* Stigma (Augenfleck). (Nach CHADEFAUD.)

vier Autosporen. Die Mutterzelle reißt am oberen Pol auf, die Innenschichten der Mutterzellhaut schieben sich stielartig vor und heben dabei die Autosporen empor, wobei diese von der

äußersten Schicht des Stieles eingeschlossen bleiben. Dadurch, daß sich die emporgeschobenen Zellen wieder teilen und ihre Tochterzellen in gleicher Weise durch die stielförmig vorquellenden Innenschichten ihrer Mutterzellen schief emporheben, und dadurch, daß sich dieser Vorgang wiederholt, entstehen dichotome oder tetrachotome, stockwerkartig zusammengesetzte, bäumchenförmige Kolonien (siehe Schema Fig. 557)[1]. Am Grunde jedes Stielchens bleibt die leere Mutterzellhaut.

Die Zahl der jeweils gebildeten Autosporen und damit die Zahl der aus einem Punkt ausstrahlenden Äste einer solchen bäumchenförmigen Kolonie ist nicht bestimmt, es können zwei, vier, in seltenen Fällen auch mehr Autosporen und in der Folge davon die entsprechende Anzahl der Äste gebildet werden. Es ist nicht untersucht, ob es Rassen gibt, die die Bildung von zwei bzw. vier Autosporen bevorzugen. Soweit die vorliegenden Erfahrungen reichen, kann die Zahl der gebildeten Autosporen innerhalb einer Kolonie wie auch innerhalb einer Kultur schwanken. NAEGELI hat seinerzeit (1849) S. 82, Taf. II D 1 und D 2 zwei Varietäten: *geminatus* zwei Tochterzellen, und *bigeminus* vier Tochterzellen unterschieden. Zur Aufrechterhaltung dieser Varietäten liegt derzeit noch kein Grund vor. VIRIEUX[2]) (1910, Taf. 1, 5–9) konnte eigentümliche Stadien sehen, bei denen die jungen und noch unverzweigten Pflänzchen innerhalb der gestreckten Gallerte mehrere in einer Reihe liegende Tochterzellen gebildet hatten, die dann durch eine obere Öffnung passiv entleert wurden. VIRIEUX spricht davon als einem Stadium „*pseudo-Dinobryon*".

Nicht immer erfolgt die Entwicklung einer Kolonie regelmäßig. Ganz abgesehen davon, daß sich nicht immer alle Zellen einer Kolonie an der Bildung von Autosporen und damit der Äste beteiligen, kann die Zahl der gebildeten Tochterzellen und damit auch der aus einem Punkt ausstrahlenden Äste einer Kolonie in weitgehenden Grenzen schwanken. Gelegentlich vergrößern sich einzelne Zellen sehr stark. Manchmal gehen sie dann in Schwärmerbildung über, was regelmäßig bei *Mischococcus sphaerocephalus* der Fall ist. Die großen Zellen können aber auch Autosporen bilden, von denen ein Teil oder alle bei

---

[1]) Meine Darstellung der Koloniebildung in der S. W. Fl. **11** ist unrichtig.

[2]) VIRIEUX, M. J., Note sur le *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) ERNST, et le *Mischococcus confervicola* NAEGELI, Bull. Soc. Hist. nat. du Doubs **19** (1910) 1–9.

ihrer weiteren Vermehrung Stiele bilden. Auf diese Weise können sehr seltsame, vielstrahlige Kolonien entstehen. Ein Teil der gebildeten zahlreichen Autosporen kann wieder sehr stark in die Größe wachsen, so daß in bunter Weise ein Teil der Kolonie regelmäßig, ein Teil sehr unregelmäßig und strahlig gebaut ist, wobei in verschiedenster Weise oft auffallend große Zellen eingestreut sein können.

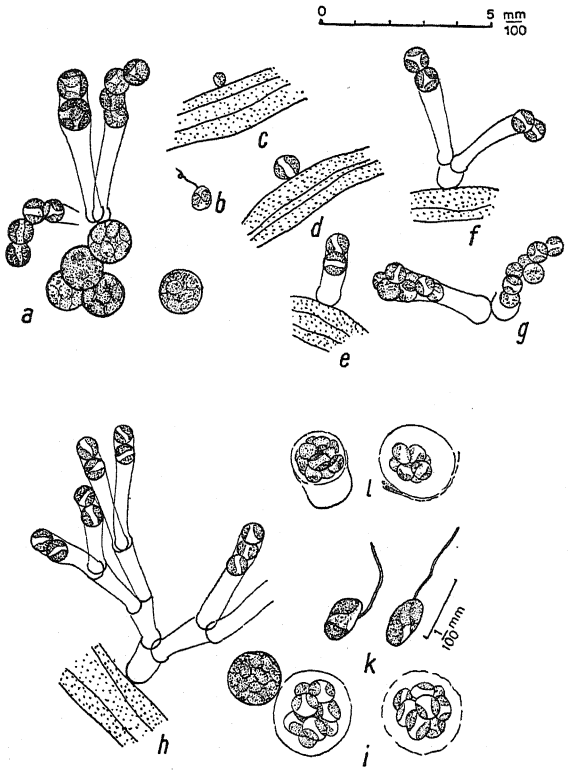


Fig. 560. *Mischococcus sphaerocephalus:* Schwärmer und Koloniebildung bei künstlicher Beleuchtung: *a* vier große Zoosporangien, die *b* Schwärmer bilden. Schwärmer bereits Geißeln einziehend und sich abrundend; *c, d* junge, behäutete, bereits festsitzende Zellen; *e, f, g* Bildung kleiner Kolonien; *h* größere Kolonien; *i* Schwärmerbildende Zellen (Zoosporangien); *k* Osmium-fixierte Schwärmer; *l* Zellen in Zoosporen- bzw. Autosporenbildung begriffen. (Nach W. VISCHER.)

W. VISCHER, dem wir die genaueste Untersuchung einer *Mischococcus*-Art verdanken, konnte zeigen, daß bei ihr das Verhältnis der Kohlehydrate zu den mineralischen Salzen, und zwar speziell zu den N-haltigen, von ausschlaggebendem Einfluß auf die Bildung der Gallertstiele und damit auch auf die

Form der Zellverbände ist. Damit hat auch das Licht Einfluß auf die Bildung der Gallertstiele: starkes Licht fördert sie, schwaches Licht hemmt sie (vgl. Fig. 561, 562).

Es ist daher begreiflich, daß die Ausbildung der Gallertstiele und damit die Form der Zellverbände auch im Freilandvorkommen sehr schwanken kann. Die Stiele können sehr lang und

Fig. 561. *Mischococcus sphaerocephalus:* *a* Kulturen in einer auf ein Drittel verdünnten Knopschen Nährlösung. Zellen sehr groß. Bäumchenbildung zurückgedrängt. Das gleiche *b*, doch auf Agar; *c* Kultur in einem $^1/_{20}$ Knop: Bäumchenbildung sehr lebhaft; *d* Kultur in einer $^1/_3$ Knop bei Dauerbeleuchtung; *e* bei größerer Entfernung von der Lichtquelle gezogen; *f* bei sehr schwacher Beleuchtung. (Nach W. Vischer.)

zart, aber auch sehr kurz und derb sein. Gelegentlich sind sie so kurz, daß unregelmäßige Zellhaufen vorgetäuscht werden, die besonders dann auffallen, wenn die Zellen sehr ungleich groß sind.

Die Stielbildung, ein abgeänderter Ausstoßungsvorgang der Autosporen, geht meist zeitlich auf die Teilung zurück. Es kann aber eine solche neuerliche Stielbildung auch ohne Zellteilung vor sich gehen: Es tritt der ungeteilte Protoplast aus der Mutterzelle aus und wird dann durch die polar quellenden Innenschichten der Mutterzellmembran emporgehoben. Es handelt sich also um eine Art Verjüngung. Der Vorgang kann sich auch sehr rasch und oft wiederholen und es kommen dann eigenartige Gebilde zustande, wie sie z. B. VISCHER abgebildet hat (siehe Fig. 562*b*).

Gelegentlich bilden große Zellen einen unregelmäßigen Haufen beisammen bleibender Autosporen, von denen einzelne auffallend stark wachsen und wieder viele Autosporen bilden können. Diese Zellhaufen sehen *Pleurochloris*-Aggregaten oder in ihren großen Zellen *Botrydiopsis* sehr ähnlich, sie können auch leicht mit *Botryochloris* (s. Fig. 563) verwechselt werden. Dadurch, daß nach kürzerer oder längerer Zeit einzelne Zellen ihre Autosporen durch Stiele emporschieben, verraten sich solche Zellhaufen als abweichende Ausbildungen von *Mischococcus*. Gelegentlich können die in einer Zelle gebildeten zwei oder vier Autosporen ohne besondere Stielbildung ganz ausgestoßen werden und dabei in lockerem Zusammenhang bleiben. Solche Stadien sehen der Gattung *Ilsteria* zum Verwechseln ähnlich. Von BORZI wurden Stadien in den Entwicklungsgang von *Mischococcus* einbezogen, die nichts mit dieser Gattung zu tun haben. Diese Stadien (siehe Fig. 556) erinnern sehr an *Gloeopodium* und sind vielleicht bei dieser Gattung einzuschalten (siehe S. 556).

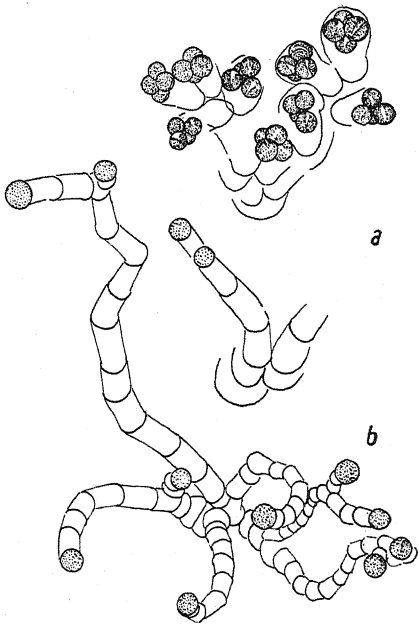


Fig. 562. *Mischococcus sphaerocephalus: a* bei $^1/_3$ KNOP und guter Beleuchtung gezogen; *b* in $^1/_{20}$ KNOP gezogen. Beachte bei *b*, daß die Zellen ohne Teilung aus ihren jeweiligen Membranen entleert und vorgeschoben werden, dadurch kommen die eigenartigen gegliederten Gallertsysteme zustande. (Nach W. VISCHER.)

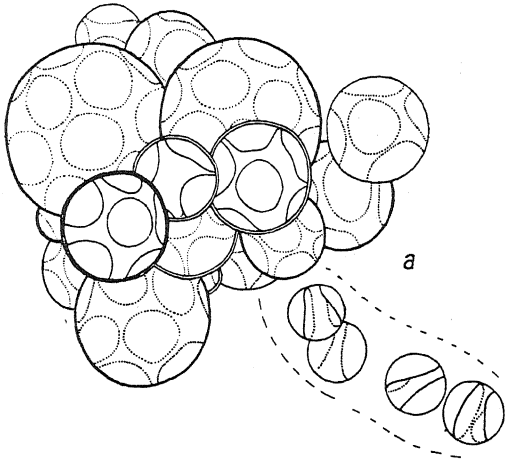
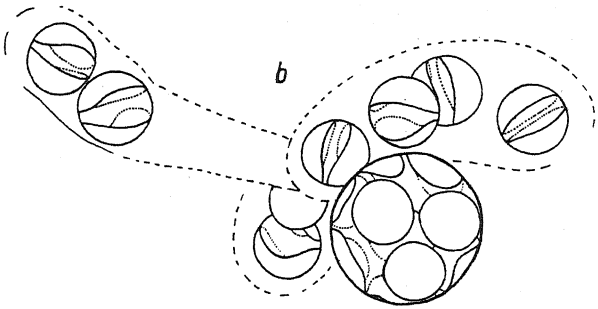


Fig. 563. *Mischococcus confervicola: Botryochloris*-artige, aus sehr verschieden großen Zellen bestehender Zellhaufen; eine Zelle rechts unten schiebt gerade vier Autosporen vor; *b* ein weiter vorgeschritteneres Stadium eines solchen Zellhaufens, drei Zellen in Autosporenbildung begriffen. Die großen Zellen solcher Zellhaufen bilden entweder Schwärmer- oder Autosporenhaufen aus.



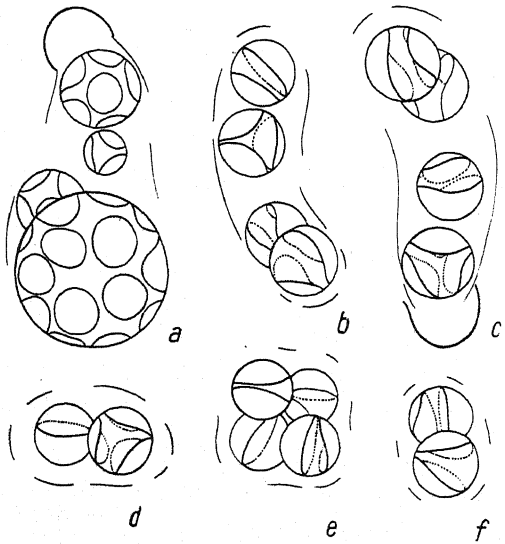


Fig. 564. *Mischococcus confervicola: a* abweichende Ausbildungen, bei denen die Einzelzellen oft sehr lange verbunden bleiben; bei *a* beachte das ungleiche Wachstum der vier Autosporen; *b* vierzellige Autosporenverbände ohne ausgesprochene Stielbildung; *d, e, f* Stadien, welche sehr leicht mit *Ilsteria* verwechselt werden können.

Gelegentlich tritt *Mischococcus* planktontisch auf (PEARSELL, 1929, Taf. 5, Fig. 9, 10). In vielen Fällen zeigen diese planktontischen Ausbildungen den gleichen kolonialen Aufbau wie die festsitzenden, bis auf den Umstand, daß die stockwerk-

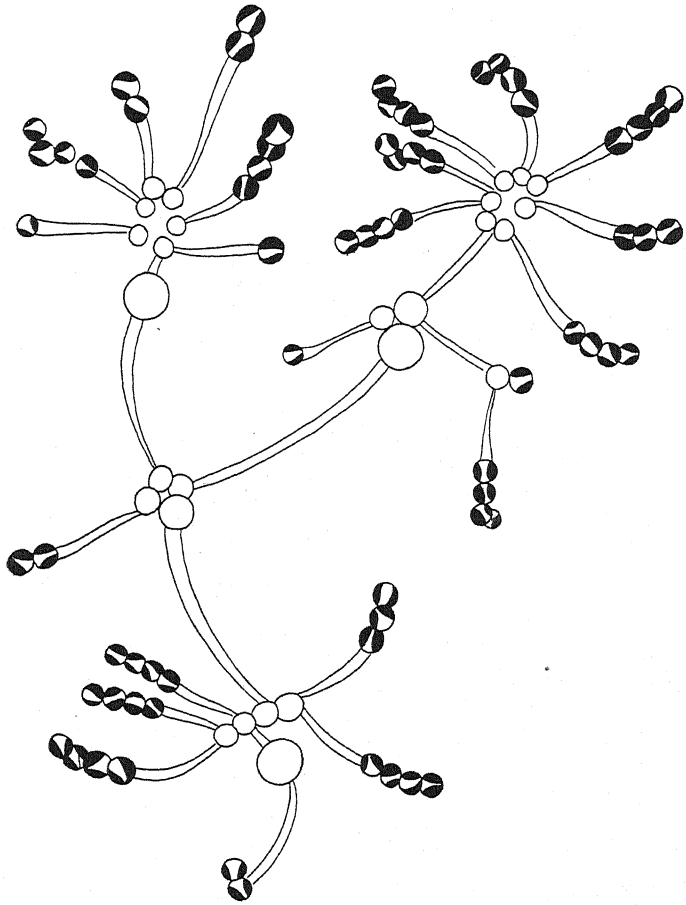


Fig. 565. *Mischococcus confervicola* (?). Planktontische Ausbildung. (Nach PEARSELL.)

artige Gliederung nach allen Seiten erfolgt und große planktontische Kolonien aus mehreren radiär orientierten Teilkolonien bestehen, wobei sie deutlich die verschiedenen Teilungsfolgen erkennen lassen. In anderen Fällen ist die Entwicklung dieser zusammengesetzten Kolonien ungleichmäßig dadurch, daß einzelne Zellen sich nicht gleichzeitig mit den

anderen teilen, sondern sehr stark in die Größe wachsen (siehe Fig. 566). Nicht selten bestehen solche planktontische Kolonien aus traubig aneinander gelagerten Zellen sehr verschiedener Größe und wiederholen alle auf S. 709 angegebenen Verhältnisse.

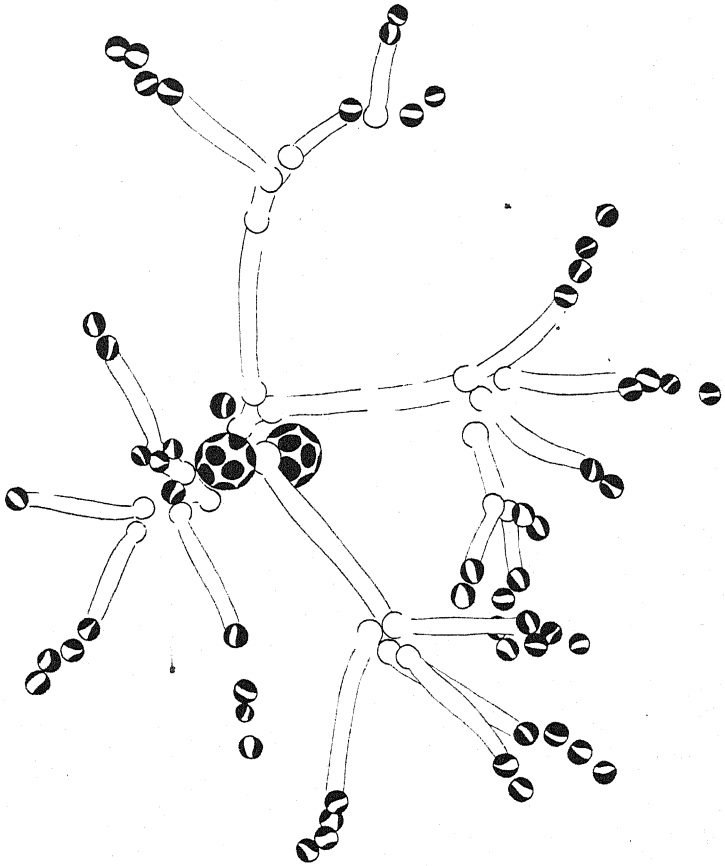


Fig. 566. *Mischococcus confervicola:* Planktontische Ausbildung. Beachte die großen, mehr in der Mitte gelegenen Zellen, welche sich an der Koloniebildung nicht beteiligen, sondern später entweder Schwärmer oder unregelmäßige Autosporenhaufen bilden. Kolonie nach allen drei Richtungen strahlig, unter dem Mikroskop flachgedrückt,

Gelegentlich verdicken sich die Wände einzelner größerer oder kleinerer Zellen. Aller Wahrscheinlichkeit nach reißen diese Wände mit einem Deckel auf. Sie entleeren meist eine größere Anzahl von Autosporen, die aber nicht durch Gallerte verbunden sind, sondern sich sehr bald zerstreuen.

An *Mischococcus* ist in morphologischer wie biologischer Hinsicht noch einiges unklar. Wir wissen nichts über die Öffnungsweise der Zellen (Einschaligkeit oder Zweischaligkeit der Membran), über die feinere Struktur der Stiele, über den Anteil der Mutter- und Tochterzellen an der Ausfüllung der polar gequollenen Innenschichten der Mutterzellmembranen, auch nichts über den Bau der Zellwände (vielleicht Porenapparate) und nur sehr wenig über die Biologie im Freiland. Was wir derzeit sicher wissen, verdanken wir großteils den Untersuchungen W. VISCHERS über *Mischococcus sphaerocephalus*.

Die meisten Arten scheinen kalkhold zu sein.

Die Systematik ist sehr unbefriedigend: Die meisten Arten sind bis auf eine wenig bekannt, wobei es sich wahrscheinlich jeweils um ganze Artgruppen handelt, von denen wir nur den einen oder anderen Vertreter kennen. Sicher mehrere Arten, von denen aber derzeit nur vier näher beschrieben werden können:

I. Zellen kugelig
  1. Zellen sehr klein, höchstens 3 μ messend, mit einem Chromatophoren . . . . . **Mischococcus tenuissimus *1.***
  2. normale vegetative Zellen größer, 5–10 μ messend[1])
    A. gewöhnlich nur zwei, seltener vier Schwärmer innerhalb einer Zelle gebildet . . . . . **Mischococcus confervicola *2.***
    B. Zellen vor der Vermehrung sehr vergrößert, bis 16 Schwärmer liefernd . . . . . **Mischococcus sphaerocephalus *3.***

II. Zellen kurz ellipsoidisch . . . . . **Mischococcus Vischerianus *4.***

1. Mischococcus tenuissimus PASCHER 1925 (Fig. 567).

PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 38.

Syn.: *Mischococcus confervicola* var. *tenuissima* PRINTZ, Kgl. Norsk. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4 (1916) S. 12.

Abb.: PRINTZ, a. a. O. (1916) Taf. 2, Fig. 122.

Zellen sehr klein, mit oft derber Wand; nur ein Chromatophor (sehr selten zwei), wandständig und oft den größeren Teil der Zelle auskleidend. Stiele im lebenden Zustand sehr schwer zu sehen. Verzweigung der Kolonien manchmal auffallend sparrig. Die Membran der entleerten Mutterzellen am Grund der Stiele am oberen Rand manchmal leicht zurückgeschlagen.

Zellen 3 μ.

[1]) Da bei beiden Gruppen 2 A und 2 B Schwärmer mit und ohne Augenfleck auftreten, kann Besitz oder Mangel des Augenfleckes für die systematische Charakterisierung dieser zwei Gruppen nicht herangezogen werden.

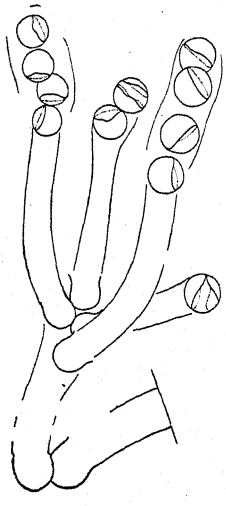


Fig. 567. *Mischococcus simplex:* Teile einer großen Kolonie.

Vorkommen: Bis jetzt nur wenige Male gefunden; Zentralasien (Ust. Ulgiak, Sibirien). Aus kleinen Quelltümpeln, aus den Voralpen um Ischl, vielleicht auch im Gebiet um Braunschweig.

2. Mischococcus confervicola NAEGELI (1849) (Fig. 563, 564, 565, 566).

NAEGELI, C., Gatt. einz. Alg. (1849) 82. — RABENHORST, Krypt.-Fl. Sachsen (1863) 119; Flor. Eur. Alg. 3 (1868) 54. — DE TONI, Syll. Alg. **2** (1889) 586. — COOKE, Brit. Fresh. Alg. (1882/4) 28. — WOLLE, Fresh. Alg. U.S.A. (1887) 200 z. T. — BORZI, Malpighia **2** (1888) 153; Stud. Alg. **2** (1895) 236. — HEERING, Jahrb. Hamb. Staatsanst. **23** (1906) 105. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Alg. Aufl. 2 (1927) 303. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 33. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. Aufl. 2. **3** (1926) 379. — SMITH, Freshw. Alg. U.S.A. (1935) 147. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1936) 478.

Abb.: NAEGELI, a. a. O. Taf. II, Fig. D 1, 2. — BORZI, Stud. Alg. 2, Taf. I. — COOKE, a. a. O. Taf. 11, Fig. 4. — WOLLE, a. a. O. Taf. 155, Fig. 36–40. (?) — PASCHER, a. a. O. S. 34, Fig. 20 (z. T. nach BORZI, z. T. nach NAEGELI). — WEST et FRITSCH, a. a. O. Fig. 124, S. 302. — HEERING, a. a. O. Fig. 14 a–b, S. 105. — SMITH, a. a. O. Fig. 93, S. 147. — FRITSCH, a. a. O. Fig. 157 A–F.

Alle diese Zitate sind nur mit Vorsicht auf *Mischococcus confervicola* zu beziehen.

Zellen in der Größe sehr schwankend, Membran meist ziemlich zart, Chromatophoren in ausgewachsenen Zellen meist zwei. Bei der Schwärmerbildung vergrößern sich die Zellen meistens nur wenig und bilden dann meist nur zwei, seltener vier Schwärmer, die einen oder zwei Chromatophoren und oft auch ein Stigma haben. Hauptgeißel anderthalb mal körperlang, Nebengeißel meist stummelförmig.

Zellen 5–8 μ, manchmal bis 10 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Verbreitete Alge, die in kalkhaltigem Wasser vorkommt und kalkfreies Urgestein meidet. Im Gebiet vielfach beobachtet, auch aus Asien, Afrika und Amerika angegeben.

Diese „Art" ist gewiß nicht einheitlich, sondern stellt derzeit gewissermaßen das dar, was nach Abzug von *Mischococcus tenuissimus*, *M. sphaerocephalus* an Arten mit kugeligen Zellen

bleibt. Es handelt sich wahrscheinlich um eine ganze Gruppe von Arten. Dafür spricht zunächst die Tatsache, daß zwei Größenklassen auftreten, um 5 μ und um 8 μ, wobei die Zellen bis auf die verschiedene Größe morphologisch sich gleich verhalten. Wir hätten also hier wieder denselben Fall wie bei anderen Heterokonten, daß bei weitgehender morphologischer Übereinstimmung zwei verschiedene Größenordnungen auftreten[1]).

Abgesehen von den Größenunterschieden treten aber auch Formen auf, die nur einen, und andere, die meist nur zwei Chromatophoren, aber augenfleckloseSchwärmer haben. Die ganze Gruppe, die hier als *Mischococcus confervicola* zusammengefaßt ist, bedarf eines genauen, vergleichenden Studiums. Neben diesen hier erwähnten kurz angedeuteten Formen gibt es noch eine weitere Form, die mir nur in geringer Menge unterkam und deren Zellen ich in Fig. 568 wiedergebe. Es handelt sich um Zellen, die 8–12 μ messen, die aber konstant nicht zwei, sondern mehrere oder viele Chromatophoren besitzen. Schwärmer ebenfalls meist mit zwei oder mehreren Chromatophoren und einem deutlichen Augenfleck; die Nebengeißel ist immer sehr kurz, fast stummelförmig. Diese Formenreihe hat mit *Mischococcus confervicola* sicher nichts zu tun und weicht vielleicht auch ökologisch von ihr ab. Bis jetzt wurde sie nur zweimal in kalkfreien Wiesengräben und an Teichufern gefunden. Ich nannte sie provisorisch ***Mischococcus pleiochloris.***

Fig. 568. *Mischococcus pleiochloris:* Einzelzellen und Schwärmer.

[1]) Schon Naegeli gibt für die var. *geminatus* kleinere, für *bigeminus* größere Zellen an.

3. Mischococcus sphaerocephalus VISCHER (1932) (Fig. 558, 560, 561, 562).

VISCHER, Arch. Prot. **76** (1932) 157–273; Diagnose 271.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1932) Fig. 1–3 (S. 259); 4–10 (S. 261); 11–13 (262); 14–21 (265); 22–32 (267); 33–37 (268).

Die kugeligen Zellen mit meistens zwei Chromatophoren. Die Zellen vergrößern sich vor der Schwärmerbildung sehr stark und messen dann 15–40 μ. Schwärmer zu 2–16, vielleicht auch bis 32 in einer Zelle entstehend, mit meist zwei Chromatophoren, ohne Stigma. Hauptgeißel zwei- bis dreimal körperlang, die andere sehr kurz, schwer sichtbar, meist nach rückwärts geschlagen.

Zellen 3–5 μ messend, meistens um 5 μ groß.

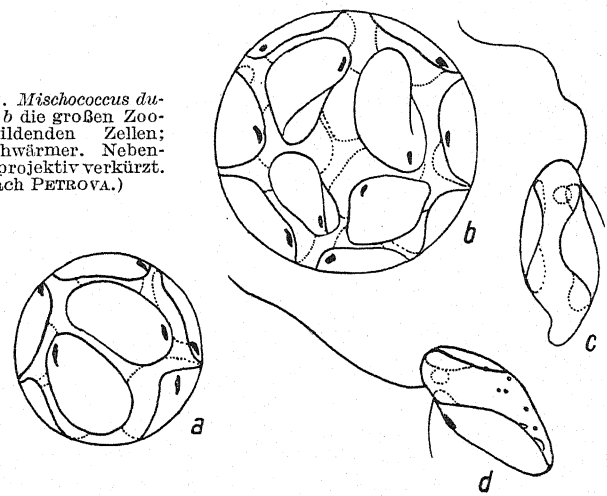


Fig. 569. *Mischococcus dubius: a, b* die großen Zoosporenbildenden Zellen; *c, d* Schwärmer. Nebengeißeln projektiv verkürzt. (Nach PETROVA.)

Vorkommen: Bis jetzt nur aus der Schweiz in Reinkulturen (Nr. 503 Genf, auch in Prag; und Nr. 61 der Basler Sammlung). Auch um Prag in vollständig entsprechender Form gefunden. Wahrscheinlich sehr verbreitet, vielleicht die häufigste *Mischococcus*-Art (Altwasser bei Branik, um Kladno (beides in Böhmen), auch aus den Voralpen bei Ischl).

Diese Art wurde von W. VISCHER sowohl morphologisch als auch physiologisch, vor allem in ihrer morphologischen Abhängigkeit von äußeren Faktoren untersucht. Die in der Gattungsdiagnose gegebene Darstellung der verschiedenen Formabwandlungen von *Mischococcus* geht größtenteils auf VISCHERS Ergebnisse zurück.

An VISCHERS *Mischococcus sphaerocephalus* ist ferner eine Form anzuschließen, die von PETROVÁ (1930) aus den Teichen um Šeberov bei Prag studiert wurde (siehe Fig. 569 nach Skizzen von Dr. FR. PETROVÁ). Die Zellen entsprechen in Form und Größe dem *Mischococcus sphaerocephalus* und auch darin, daß die Schwärmer-bildenden Zellen sich deutlich, oft sogar sehr stark vergrößern (siehe Fig. 569). Die Schwärmer besitzen aber ein deutliches, oft sogar auffallendes Stigma und einen oder zwei Chromatophoren. Sie haben eine Nebengeißel, die ungefähr ein Drittel der annähernd doppeltkörperlangen Hauptgeißel mißt. Es handelt sich jedenfalls um eine, dem *M. sphaerocephalus* nahestehende Art, die aber mit *M. sphaerocephalus* kaum vereinigt werden kann. Sie sei hier als ***M. dubius*** bezeichnet.

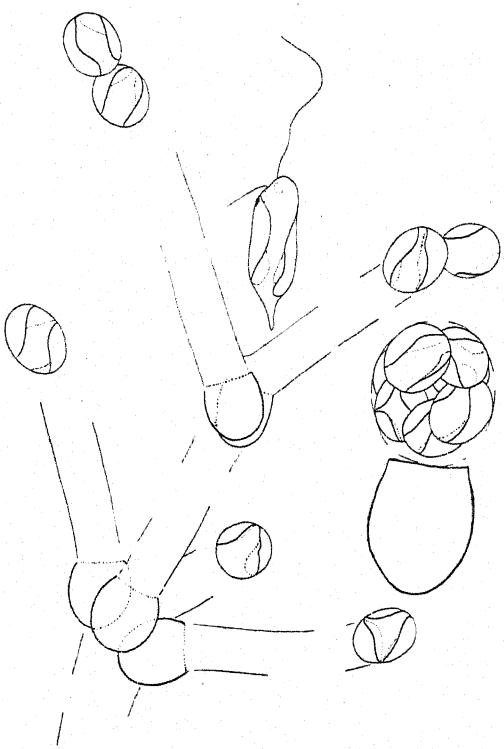


Fig. 570. *Mischococcus Vischerianus:* Teil einer großen Kolonie; oben Schwärmer, rechts eine derbwandige, große Zelle in Autosporenentleerung. (Abbildung etwas zu steif.)

4. Mischococcus Vischerianus (Fig. 570).

Zellen nicht kugelig, sondern kurz ausgesprochen doch ellipsoidisch und ungefähr ein Drittel länger als breit. Die Membran oft derb. Chromatophoren zwei, in größeren Zellen drei. Zelle vor der Schwärmerbildung nicht wesentlich vergrößert, zwei Schwärmer ergebend, welche sehr gestreckt verkehrt eiförmig ellipsoidisch sind und zwei oder auch nur einen Chromatophoren mit einem deutlichen Stigma besitzen. Hauptgeißel ungefähr ein und einhalb mal körperlang, Nebengeißel nur ein Viertel der Hauptgeißel messend.

Zellen 4–6 μ dick, 6–8 μ lang.

Vorkommen: Erst einmal in sehr wenigen Exemplaren beobachtet (Rauhe Alb: bei St. Johann auf *Tribonema*, *Bulbochaete* und einer *Microspora*).

Characiopsidaceae.

Einzeln lebende Zellen mit einteiliger Membran, grün oder auch farblos, von sehr verschiedener Form und mit dem gemeinsamen Merkmal, daß sie entweder mit einem aus Membransubstanz gebildeten Stiele, der manchmal sehr lang sein kann, festsitzen oder ohne stielförmige Verlängerung der Membran dem Substrat direkt aufsitzen.

Vermehrung durch Schwärmer und durch Autosporen. Schwärmer und Autosporen werden durch Aufreißen der Membran frei. Die Schwärmer kommen nach kurzer Zeit zur Ruhe, legen sich dann an das Substrat an, werden gewöhnlich amöboid und scheiden dann mittels eines Pseudopodiums, mittels welchem sie aufsitzen, stielartig Membransubstanz aus, wobei sich das Pseudopodium verkürzt und der Stiel sich verlängert. Es ist aber nicht ganz sicher, ob die Verfestigungsweise der stiellosen Formen im Prinzip die gleiche ist.

In dieser Familie kommen Durchwachsungsvorgänge so vor, daß Teilprotoplasten in der Mutterzelle verbleiben und dann innerhalb der Mutterzelle unter Beibehaltung der Form zu neuen Individuen heranwachsen (siehe *Dioxys* S. 788, *Harpochytrium* S. 800).

Derzeit fünf Gattungen bekannt[1]):

I. Zellen mit Stigma und kontraktile Vakuolen, meist deutlich gestielt **Characidiopsis** ***48.***

II. Zellen ohne Stigma und kontraktile Vakuolen, gestielt oder ungestielt

A. Zellen meist deutlich länger als der Stiel oder ungestielt

a) Zellen meist in der Längsrichtung des Stieles entwickelt

α) Zellen meist lotrecht zur Unterlage entwickelt **Characiopsis** ***49.***

β) Zellen grün oder farblos, im letzten Fall auch lotrecht zur Unterlage entwickelt, sonst parallel zur Unterlage gekrümmt oder ihr aufgelagert . . . . . **Harpochytrium** ***52.***

b) Zellen meist quer zur Stielrichtung entwickelt, oft breiter als hoch, im optischen Schnitt fast dreieckig mit zwei Membranwarzen oder Dornen . . . . . **Dioxys** ***50.***

B. Zellen so lang oder kürzer als der Stiel . . . . . **Peroniella** ***51,***

---

[1]) Der Bestimmungsschlüssel reicht nicht aus, da die Gattungen z. T. unsicher begrenzt, ja künstlich sind oder auch ineinander übergehen. Immer sind die Abbildungen heranzuziehen.

48. Characidiopsis (Fig. 571–573).

Name nach *Characidium* gebildet = *Characidium*-artig. *Characidium* selber von *Characium* abgeleitet. ἡ χάραξ, zugespitzter Pfahl, z. B. Palisadenpfahl, Weinpfahl (von χαρασσάω = ich spitze zu).

Zellen mit längerem oder kürzerem Membranstiele festsitzend, im allgemeinen in der Richtung des Stieles entwickelt, mit zarter bis derber Haut. Die drei bekannten Arten immer deutlich länger als dick. Die eigentliche Zelle ellipsoidisch bis spindelförmig mit zwei bis mehreren Chromatophoren; einer

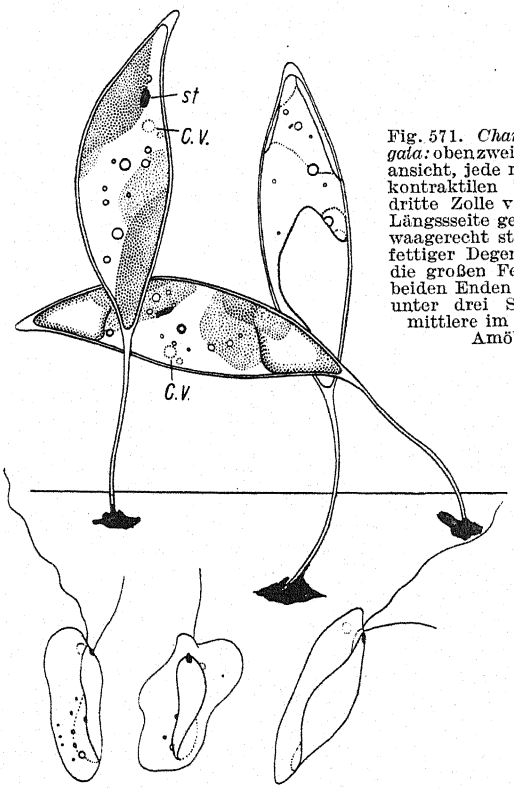


Fig. 571. *Characidiopsis elongata:* oben zwei Zellen in Seitenansicht, jede mit Stigma und kontraktilen Vakuolen; eine dritte Zolle von der anderen Längssseite gesehen. Die fast waagerecht stehende Zelle in fettiger Degeneration. Siehe die großen Fettballen an den beiden Enden der Zelle. Darunter drei Schwärmer, der mittlere im Übergang zur Amöboidie.

der Chromatophoren mit einem deutlichen, manchmal großen Stigma versehen; im Protoplasten 1–2 kontraktile Vakuolen deutlich, die einer Zellseite genähert sind. Öltropfen, Leukosin und stark glänzende Kristalloide häufig. Vermehrung durch Bildung von 2–8 Schwärmern; bei den einzelnen Arten die Nebengeißel sehr verschieden lang. Sporen nicht beobachtet, aber sehr wahrscheinlich.

Die Gattung besitzt sicher mehrere Arten, von denen einige vielleicht noch bei *Characiopsis* oder sogar noch bei der Grünalge *Characium* stehen. In bezug auf Stigma und kontraktile Vakuolen verhält sich die Gattung zu *Characiopsis* wie unter den nicht festsitzenden Heterococcalen *Pleurochloridella* zu *Pleurochloris*. Bemerkenswert ist, daß *Characidiopsis* gleich wie *Pleurochloridella* in der vegetativen Zelle sowohl das Stigma wie auch die kontraktilen Vakuolen zeitlebens beibehält, sich also in bezug auf kontraktile Vakuolen und Stigma noch an die Monadenorganisation anlehnt, während sie in bezug auf die Behäutung bereits eine typische Heterococcale ist. Es sind also auch noch bei den Heterokonten Übergangsbildungen zwischen der Monaden- und der Heterococcalen-Organisation vorhanden. Ähnliche Übergangsformen sind ja für andere Algenreihen bereits länger bekannt, z. B. *Apiococcus* und *Nautococcus* von Korschikoff beschrieben, ferner *Bicuspidella* Pascher: diese Gattungen Chlorophyceen; *Epichrysis* und andere Gattungen bei den Chrysophyceen.

Die hierher gestellten Arten sind verbreitet, wenn auch nicht häufig, sie werden meist verkannt. Der Umstand, daß die drei bis jetzt bekannten Arten ziemlich voneinander abweichen, läßt darauf schließen, daß es noch andere Arten von *Characidiopsis* gibt.

Bis jetzt drei Arten bekannt:

Zellen spindelförmig, wahrscheinlich monosymmetrisch, langgestielt **Characidiopsis elongata** *1.*

Zellen mehr oder weniger ellipsoidisch

Zellen am Vorderende stumpf abgerundet **Characidiopsis ellipsoidea** *2.*

Vorderende der Zelle spitz . . . . . **Characidiopsis acuta** *3.*

1. Characidiopsis elongata (Fig. 571).

Zellen sehr schlank, auf zartem, nicht scharf abgesetztem, sondern vermitteltem, meistens etwas gekrümmtem Stiele, der oft nur wenig kürzer ist als die eigentliche Zelle. Zelle spindelförmig, bis fünfmal so lang als breit, meist leicht nach einer Seite gekrümmt, beidseitig lang, oft geradlinig verschmälert. Vorderende meist leicht in der Richtung der Krümmung des Stieles gebogen. Membran zart, am Vorderende oft sehr derb, doch nicht scharf abgesetzt verdickt. Chromatophoren 2–3, wandständig. Schwärmer zu 2–8 gebildet, ungemein gestreckt, mit einem bauchständigen Chromatophor. Stigma deutlich. Hauptgeißel

über körperlang, Nebengeißel etwas über ein Drittel der Hauptgeißel. Stigma deutlich, Sporen nicht gesehen.

Zellen bis 30 μ lang, Stiel bis 15 μ messend, die eigentliche Zelle meist drei- bis viermal so lang wie dick.

Vorkommen: Auf *Cladophora* vom Millstätterseeufer bei Seeboden (Kärnten) (1937); eine ähnliche, aber kleinere Form auf *Rhizoclonium* in Gräben am Hochficht im Böhmerwald.

Diese Alge sieht der *Characiopsis longipes* sehr ähnlich. Bemerkenswert ist, daß diese Art sehr gestreckte Schwärmer hat. Vielleicht bestehen zwischen der gestreckten Form der behäuteten Zelle und der gestreckten Form der Schwärmer Beziehungen.

Die beiden nächsten Arten wurden nur wenig gesehen:

2. Characidiopsis ellipsoidea (Fig. 572).

Zellen ellipsoidisch, beidseitig oder einseitig leicht verschmälert und dadurch manchmal leicht eiförmig bis verkehrt eiförmig. Membran sehr zart, nach unten in den nicht scharf abgesetzten allmählich verschmälerten Stiel übergehend, der meist deutlich kürzer als die halbe Zelle ist, ja oft nur ein Drittel der Zelle mißt. Chromatophoren 2–4, seltener mehr, manchmal nur einer. Stigma sehr deutlich, zwei kontraktile Vakuolen. Schwärmer meist zu vieren gebildet, eiförmig, mit einem Chromatophoren, deutlichem Stigma, ungefähr fünf Viertel körperlanger Hauptgeißel; Nebengeißel auffallend lang, bis drei Viertel der Hauptgeißel messend. Sporen nicht gesehen.

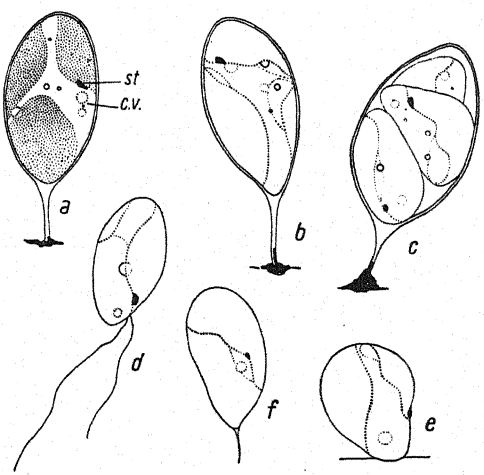


Fig. 572. *Characidiopsis ellipsoidea:* zwei ausgewachsene Zellen mit Stigma und kontraktilen Vakuolen; *c* Zelle in Schwärmerbildung; *d* Schwärmer. Beachte die lange Nebengeißel; *f*, *e* Befestigung des Schwärmers.

Zellen 12–15 μ (ohne Stiel) lang.

Vorkommen: Auf *Cyclops*, auf planktontischer *Anabaena*, auf treibendem Detritus aus einem großen Donaualtwasser bei Tulln in Niederösterreich.

3. Characidiopsis acuta (Fig. 573).

Zellen ellipsoidisch, vorne deutlich zugespitzt, meist etwas mehr als zweimal so lang wie dick, basal abgerundet und allmählich in den Stiel übergehend, der halb bis fast so lang wie

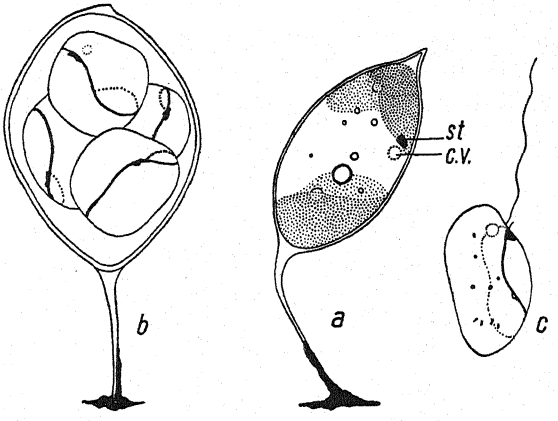


Fig. 573. *Characidiopsis acuta:* *a* vegetative, ausgewachsene Zelle; *b* Zelle in Schwärmerbildung; *c* Schwärmer mit der auffallend kurzen und stummelförmigen Nebengeißel. (Zellmembranen zu derb gezeichnet.)

die Zelle werden kann. Zelle meist etwas schief zum Stiel stehend. Membran zart, basal allmählich in den Stiel verdickt, an der Spitze manchmal sehr verdickt, manchmal unverdickt. Chromatophoren 1–2, groß, Stigma deutlich, kontraktile Vakuolen. Schwärmer zu zwei oder vier gebildet, verkehrt eiförmig, Hauptgeißel über körperlang. Nebengeißel fast nicht sichtbar, kurz und stummelförmig, vielleicht gelegentlich fehlend. Stigma vorhanden. Sporen nicht gesehen.

Zellen 13–17 μ lang, gelegentlich auch sehr kleine, nur bis 10 μ messende Formen, die nur einen Chromatophoren haben.

Vorkommen: Auf *Lemna*-Wurzeln, auf derben Spirogyren aus den großen Wiesengräben hinter dem Bahnhof in Pieštany in der Slowakei.

49. Characiopsis Borzi (1895) (Fig. 574—650).

Name: siehe das bei *Characidiopsis* Gesagte.

Borzi, Stud. alg. **2** (1895) 152. — Lemmermann, Abh. nat.-wiss. Ver. Bremen **23** (1914) 255. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906)

Nr. 3,99. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 57. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 398. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Alg. 2. Aufl. (1927) 308. — SMITH, S. M., Freshw. Alg. U.A.S. (1935) 154. — FRITSCH, Struct. Rep. Algae (1935) 486.

Syn.: *Characium* pro parte A. BRAUN, Alg. unicell. gen. (1855) 29. — HANSGIRG, Algenfl. v. Böhm. **1** (1886/88) 122. — WOLLE, Freshw. Alg. U.S.A. S. 176. — COOKE, Brit. Freshw. Alg. (1887) 47. — DE TONI, Syll. alg. **2** (1889) 618 und viele anderen Autoren. — *Hydrianum* pro parte RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1868) 87. — *Hydrocytium* RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1868) 90.

Einzellebende, dabei aber oft in Gruppen beisammen stehende Zellen, die dadurch auf einer Unterlage festsitzen, daß die Membran am unteren Ende der Zelle zu einem manchmal fast unmerklichen Kissen, Knöpfchen oder stielförmigen und dann manchmal langen Gebilde ausgezogen ist, das sich am Substrat sehr häufig zu einer Haftscheibe verbreitert. Formen mit Gallertfüßchen gehören zu *Gloeopodium*. Die Zelle steht dabei entweder in der Richtung des Stielchens, sie kann aber auch winkelig bis fast rechtwinkelig abgebogen sein, ist aber dabei im optischen Schnitt niemals dreieckig, wie *Dioxys*. In diesem Falle steht das Stielchen seitlich an der Zelle. Zellen kugelig bis eiförmig oder verkehrt eiförmig, spindelförmig, ellipsoidisch bis walzlich, oft nach vorne wie gegen den Grund verschmälert und dabei allmählich in den Stiel übergehend oder sehr rasch in den Stiel zusammengezogen bis förmlich dem Stielchen aufgesetzt. Membran zart bis derb, bei manchen Arten an der Spitze der Zelle verdickt, diese Verdickung manchmal sehr derb und groß oder auch scharf und stachelförmig; bei einzelnen Arten das Vorderende der Zellen mehr kappenartig verdickt. Viele Arten mit beschränktem Wachstum, manche Arten aber bedeutende Größe, bis 60 μ und mehr erreichend. Bei zahlreichen Formen oft bedeutendes Längenwachstum. Zellen meist einkernig, bei manchen Arten[1]) vielkernig werdend.

Chromatophor einer, dann muldenförmig, bis mehrere oder sehr viele, dann scheibchenförmig und gelegentlich fast polygonal sich gegenseitig abplattend, manchmal sehr blaß. Pyrenoide bis jetzt nicht beobachtet. Gelegentlich der Chromatophor in der Form einer durchgehenden, wandständigen Platte ausgebildet, die spaltenförmig durchbrochen bis netzmaschig durchlöchert sein kann (Fig. 85, S. 98). Öl, Fett und Leukosin, bei einigen Arten auffallend rote Tropfen eines roten Exkretöles.

[1]) Für *Characiopsis saccata* sicher erwiesen (CARTER, N), bei anderen *Ch. sublinearis, turgida, Heeringiana, crassirostum, vermicularis* u. a. wahrscheinlich.

Vermehrung durch Schwärmer, Autosporen, Aplanosporen und auch durch mehrkernige Cysten. Schwärmer zu zweien bis (bei großen Arten oder abnorm vergrößerten Zellen) sehr vielen gebildet. Nebengeißel in der Länge sehr schwankend, vielleicht bei einigen Arten ganz fehlend. Gelegentlich zwei oder mehrere Schwärmer beim Austritte verbunden bleibend: Vortäuschung von Kopulationsstadien. Die Schwärmer setzen sich fest und wachsen wieder zu neuen Zellen heran, oder aber sie behäuten sich, ohne sich festzusetzen (verspätete Autosporenbildung). Gelegentlich kann sich in diesen Schwärmern auch je eine derbwandige Spore bilden. Ob dies oder jenes der Fall ist, aus diesen Zellen gehen wieder Schwärmer hervor.

Autosporen ebenfalls zu zweien bis zu vielen gebildet, soweit beobachtet, mit zweischaliger Membran. Aplanosporen derbwandig, zweischalig, nicht selten sind die Ränder der Membranhälften etwas wulstig (Fig. 586 *e*) verdickt.

Der Inhalt einer Zelle kann sich auch innerhalb der Mutterzellhaut zusammenziehen und zu einer derbwandigen, ein- bis vielkernigen Cyste werden. Manchmal tritt vorher Protoplastenteilung ein, so daß zwei oder vier sich gegenseitig abplattende Cysten entstehen (Fig. 59, S. 76) können. Es wurde auch beobachtet, daß bei solchen Cystenbildungen wiederholte Membranbildung eintreten kann, die Cysten liegen dann schließlich innerhalb mehrerer ineinander geschachtelter, derber (Fig. 66, S. 79) Wände. Bei der Keimung der Cysten zerfällt bei mehrkernigen Ausbildungen der Inhalt in mehrere Schwärmer. Auch bei einkernigen Cysten kann es zur Kernteilung kommen, so daß auch solche, ursprünglich einkernige Cysten mehrere Schwärmer ausbilden können. Gelegentlich aber können sich die Teilprotoplasten einer Cyste noch innerhalb der Cyste in Autosporen oder Aplanosporen umwandeln (Fig. 59, S. 76).

Die Entleerung der Schwärmer oder der Auto- bzw. Aplanosporen erfolgt niemals durch Abstoßung eines Deckels der Mutterzelle, sondern durch eine regelmäßige oder unregelmäßige Lochbildung am Vorderende oder gegen die Mitte der Zelle zu. Autosporen oder Aplanosporen können aber vielleicht auch dadurch frei werden, daß die Mutterzellhaut in ihrer Gänze „verschleimt".

Möglicherweise können die Schwärmer palmelloide Stadien ausbilden, solche sind aber für *Characiopsis* nicht mit Sicherheit festgestellt worden.

Die Unterschiede zwischen *Characiopsis* und den anderen hierher gehörigen Gattungen sind natürlich gleitend. Vor allem gegen die Gattungen *Dioxys*, das durch gelegentliches Auftreten quer gelagerter Zellen verbunden (*Characiopsis saccata*) erscheint, während zu *Peroniella* vielleicht die länger gestielten Zellen hinüberführen. Ebenso erscheint es denkbar, daß auch *Harpochytrium*, das gewiß nicht einheitlich ist, Beziehungen zu *Characiopsis* hat. Während aber bei *Dioxys* und *Harpochytrium* Durchwachsungsvorgänge (siehe S. 36, 37) vorkommen können oder sogar charakteristisch sind, sind sie für *Characiopsis* noch nicht festgestellt worden.

Characiopsis wird hier anders begrenzt, als es bis jetzt der Fall war. Zu *Chlorothecium* werden hier alle jene Formen gestellt, welche an der vegetativen Zelle eine zweiteilige Membran besitzen, während *Characiopsis* auf die Formen mit einteiliger Membran beschränkt wird. Nach Borzi soll für *Chlorothecium* auch der Umstand bezeichnend sein, daß die Aplanosporen bei und nach ihrer Entleerung von den inneren Schichten der Mutterzellhaut umgeben und, schlauchartig zusammengehalten, ausgestoßen werden. Dieser Vorgang kommt aber auch bei *Characiopsis* vor, nur ist er hier deshalb, weil sich die Mutterzellhaut nicht mit einem Deckel öffnet, nicht so klar und anschaulich. Im übrigen erleidet dieser Vorgang auch bei *Chlorothecium* vielfache Abweichungen und Störungen und der von Borzi für *Chlorothecium Pirottae* angegebene Vorgang tritt bei dieser Art selber gar nicht so regelmäßig auf und ist auch für die anderen *Chlorothecium*-Arten nicht bezeichnend. Im übrigen werden bei allen Algen die Schwärmer bzw. Autosporen innerhalb der erweiterten, blasenförmigen Innenschicht der Mutterzellhaut ausgestoßen, nur zerreißt diese Blase oft sehr frühzeitig, während sie in anderen Fällen sehr lange erhalten bleibt.

Zu *Characiopsis* gibt es bei vielen anderen Algenreihen Parallelausbildungen: bei den Chlorophyceen *Characium* und *Characium*-ähnliche Gattungen, wie *Tetraciella* und *Tetracium*. Diese Formen sind rein grün und haben Stärke. Auch unter den Chrysophyceen gibt es festsitzende, ähnlich gestaltete Formen, deren braune Chromatophoren beim Tode grün werden, so daß sie im fixierten Zustand nicht von *Characiopsis* unterschieden werden können. Unter den Dinophyceen ist gestielt und festsitzend *Stylodinium*, das zuerst, im fixierten Zustand, ebenfalls als *Characium* beschrieben und einmal sogar bei *Characiopsis* eingeordnet wurde.

Zum Verwechseln ähnlich sehen *Characiopsis* einzellige Keimlinge (soweit sie festsitzend sind) von *Heterothrix*, *Tribonema* oder von *Heterococcus* und *Heterodendron*. Hier kann nur der Verfolg der weiteren Entwicklungsgeschichte entscheiden. Das gleiche gilt für einzellige Stadien von *Lutherella* und *Chloropedia*. Ebenso können manche Arten mit festsitzenden, einzelligen *Ophiocytium*-Arten verwechselt werden. Diese bilden aber später charakteristische Kolonien.

Characiopsis scheint überaus artenreich zu sein und die hier beschriebenen Arten stellen nur einen Ausschnitt der vorhandenen dar. Die Überprüfung der bis jetzt noch als *Characium* geführten Arten wird ebenfalls einige davon als zu *Characiopsis* erweisen. Einige Arten sind sehr unvollständig bekannt oder so mangelhaft beschrieben, daß sie kaum wiedererkannt werden können, sie sind am besten vollständig zu streichen (siehe S. 784f.). Der Umstand, daß ich mich seit vielen Jahren sehr viel mit den festsitzenden, einzelligen Algen des Süßwassers beschäftigte und die Klarstellung der Gattungsverhältnisse beabsichtige, bringt es mit sich, daß hier eine Reihe neuer *Characiopsis*-Arten beschrieben wird. Einen Teil dieser Beobachtungen verdanke ich Frau Dr. Petrová, Frau Knott-Sigmond, Dr. Klug und Dr. Vlk, die mir ihre Skizzen überließen. Leider kennen wir die Formen des Brackwassers und des Meeres noch nicht.

Einzeln vorkommende Zellen übergehe man. Eine Bestimmung ist nur bei reicherem Material möglich, da die Arten im allgemeinen eine große Veränderlichkeit zeigen. Man beschränke sich nicht dabei auf besonders große oder kleine Zellen, sondern suche die Durchschnittsmaße zu erfassen. Fixiertes Material ist nicht verwendbar.

Es war mir nicht möglich, trotz wiederholter Versuche einen einigermaßen brauchbaren Bestimmungsschlüssel zu geben und ich habe daher hier darauf verzichtet. In der folgenden Darstellung habe ich versucht, Arten, die morphologisch einigermaßen in Verbindung zu bringen sind — das braucht aber kein Ausdruck für verwandtschaftliche Beziehungen zu sein — hintereinander anzureihen.

Wahrscheinlich ist *Characiopsis* auch in diesem Umfange nicht einheitlich, da nicht bei allen Arten die Weise der Befestigung klar gestellt ist. Es ist immerhin möglich, daß einige Arten keine Membranstiele, sondern wie *Gloeopodium* Gallertfüßchen haben, denen vorne die Zelle aufsitzt. Diese Arten müßten zu

Gloeopodium oder in seine Nähe gesetzt werden. Inwieweit Beziehungen zu den farblosen Arten der Gattung *Harpochytrium* vorhanden sind, ist derzeit noch unklar.

Bemerkt sei, daß es auch bei *Characiopsis* Arten gibt, die sich in der Form recht nahekommen, sich aber deutlich durch verschiedene Größen unterscheiden: *Ch. lagena* und *Ch. lageniformis*, die beiden Formen von *Ch. Heeringiana* u. a. Inwieweit mit diesen Unterschieden auch gesetzmäßige, chromosomale Verschiedenheiten vorhanden sind, ist noch unbekannt.

1. Characiopsis malleus (Fig. 574).

Zellen breit verkehrt eiförmig, manchmal recht unregelmäßig, gegen die Basis oft leicht eingeschnürt verschmälert, vorne breit abgerundet bis flach abgerundet, gerade oder schief, manchmal ganz unregelmäßig ausgebeult. Membran sehr zart, basal zu einem sehr kurzen, fast fehlenden, scheibenförmigen Füßchen verbreitert, das manchmal durch Eisenablagerungen ganz undeutlich und unkenntlich wird. Chromatophor einer oder zwei, groß, muldenförmig, oft recht ungleich. Vermehrung durch zwei bis vier Schwärmer, mit Stigma und einer Nebengeißel, die ca. ein Viertel der Hauptgeißel mißt. Andere Stadien nicht gesehen.

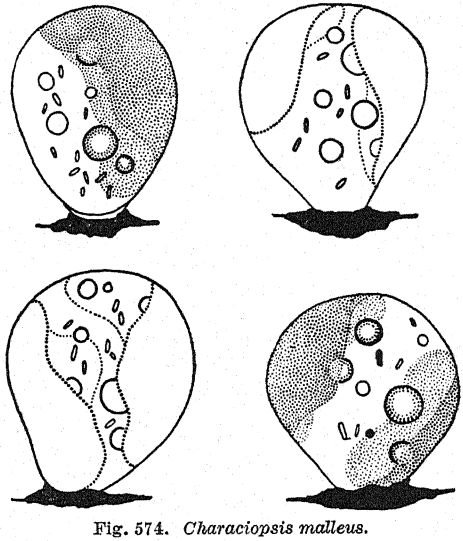


Fig. 574. *Characiopsis malleus.*

Zellen bis 10–12 μ lang, bis 8 μ breit, doch auch vereinzelt viel größere Zellen.

Vorkommen: Auf *Oedogonium*, auch auf *Schizochlamys* und *Bulbochaete*. Poselteiche in Nordböhmen.

Characiopsis malleus vermittelt den Übergang zu den kugeligen Formen von *Characiopsis*, die noch unbeschrieben sind, aber in mehreren Formen bei uns vorkommen. Sie verdienten

ein eigenes Studium. Wahrscheinlich wird sich die generische Abtrennung der kugeligen ungestielten Formen von *Characiopsis* als praktisch erweisen. Alle diese kleinen, ungestielt oder fast ungestielt festsitzenden Formen sind sehr leicht mit ähnlichen Ausbildungen von Protococcalen zu verwechseln, ich erinnere an *Sykidion*, an *Tetraciella* und andere Formen.

2. Characiopsis obovoidea (Fig. 575).

Zellen verkehrt eiförmig, ellipsoidisch bis gestreckt verkehrt eiförmig, manchmal etwas schief oder leicht gekrümmt, junge Zellen manchmal etwas eiförmig. Vorderende breit abgerundet. Zellen mit dem schmäleren Ende direkt mit ganz flachem Kissen festsitzend. Membran sehr zart. Chromatophoren mehrere bis 6 oder 8, scheibchenförmig und wandständig. Andere Stadien nicht gesehen.

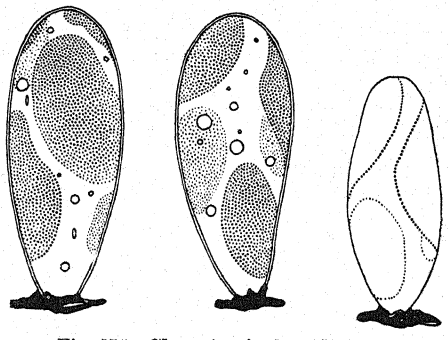


Fig. 575. *Characiopsis obovoidea.*

Zellen bis 15(–22) μ lang, bis 4–5 μ dick.

Vorkommen: Auf Detritus, Steinen, vereinzelten Oedogonien; alte Lehmgruben bei Schwarzbach i. Böhmerwald.

3. Characiopsis columnaris (Fig. 576).

Syn.: *Characiopsis sublinearis* forma Huzel, C., Veröff. d. Württ. Landesstelle Naturschutz **17** (1936/7) 107.

Abb.: Huzel, C., a. a. O. (1936/7) Taf. 8, Fig. 108.

Zellen ausgesprochen walzlich, gerade oder leicht gekrümmt, manchmal etwas schief, vorne breit abgerundet, gegen die Basis ein wenig verschmälert und hier direkt mit breiter Basis (mit einem sehr flachen Kissen) aufsitzend. Niemals eine stielartige Ausbildung. Membran sehr zart, gelegentlich am Vorderende etwas verstärkt. Chromatophoren drei bis wenige, meist recht groß, doch auch gelegentlich mehrere kleine, scheibchenförmige Chromatophoren. Schwärmer nicht gesehen, doch Sporen, die zu zweien oder vieren hintereinander gebildet und bei denen die Ränder der beiden Membranschalen nicht verdickt waren.

Zellen 15–25 μ lang, bis 6 μ dick.

Vorkommen: Württemberg (aus der Uferregion der Hülbe bei Böhmenkirch); aus Wiesengräben bei Gottesgab im Erzgebirge. (Skizze von KNOTT-SIGMOND).

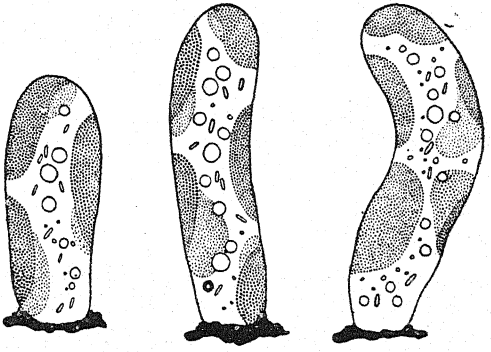


Fig. 576. *Characiopsis columnaris:* Links eine junge Zelle.

4. Characiopsis pernana (Fig. 577).

Zellen kugelig bis breit ellipsoidisch oder leicht verkehrt eiförmig; vorne meist breit abgerundet, nur selten etwas verschmälert; mit einem winzigen Füßchen, das zu einem kleinen Scheibchen verbreitert und nicht scharf abgesetzt ist, festsitzend. Membran sehr zart. Chromatophor immer nur einer, meist seitenständig und muldenförmig oder bandförmig, dann gelegentlich gelappt oder etwas eingeschnitten. Vermehrung durch Bildung zweier Schwärmer mit auffallend langer Hauptgeißel und recht deutlichem Stigma.

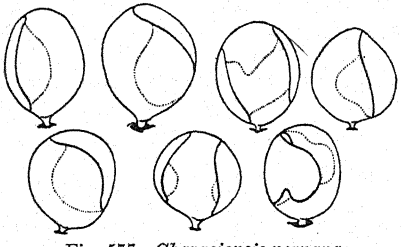


Fig. 577. *Characiopsis pernana.*

Zellen bis 8 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Meist in überaus großen Mengen als Wärme liebender Organismus, doch immer recht sprunghaft auftretend. Nicht selten zwischen der Protococcale *Tetraciella*, und mit dieser ganze grüne Krusten bildend. An Teichufern an den verfaulenden Schilfstengeln und anderen Gegenständen. Um Prag, Teiche in Nordböhmen (Skizzen von Dr. PETROVÁ).

5. Characiopsis malleolus PASCHER et KLUG (Fig. 578).

Zellen breit ellipsoidisch-kugelig, vorne breit abgerundet, basal manchmal gerade merklich verschmälert, mit gleichmäßiger, etwas derber Membran. Stiel so lang oder deutlich länger als die Zelle mit einem winzigen Haftscheibchen. Chroma-

tophoren zwei bis vier, nicht selten ungleich groß, wandständig. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen ohne Stiel 5–7 μ lang, 4–6 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus dem Kunratitzer Teich bei Prag, auf Fadenalgen und Diatomeen (Skizze von Dr. KLUG).

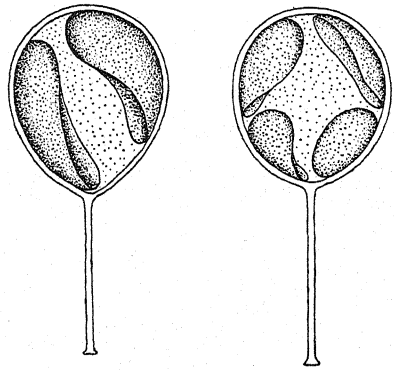


Fig. 578. *Characiopsis malleolus.*

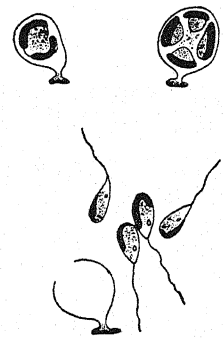


Fig. 579. *Characiopsis gibba:* Oben jüngere und ältere Zelle; unten Schwärmerbildung; Nebengeißel nicht beobachtet. (Nach BORZI.)

6. Characiopsis gibba BORZI (1895) (Fig. 35 *i*, S. 42, 579, 580, 581).

BORZI, A., Studi algolog. **2** (1895) 152. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1905) H. 3, 101. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 64. — LEMMERMANN, Abh. natw. Ver. Bremen **23** (1914) 253.

Syn.: *Characium gibbum* A. BRAUN, (1855). Alg. unic. gen. S. 45. — DE TONI, Syll. alg. $\mathbf{1}_1$ (1889) 621. — *Hydrianum gibbum* RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1855) 89.

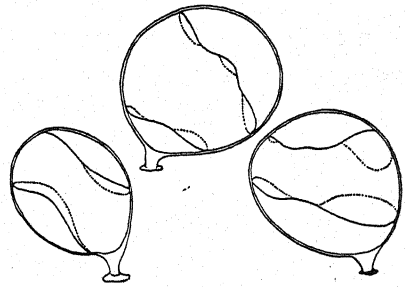


Fig. 580. *Characiopsis gibba.*

Abb.: A. BRAUN, a. a. O. (1855) Taf. 3, Fig. D. — BORZI, a. a. O. **2** (1895) Taf. 14, Fig. 13–15. — HEERING, a. a. O. (1916) S. 101, Fig. 5a–f (Kop. nach BORZI). — PASCHER, a. a. O. (1925) S. 64, Fig. 46 (z. T. Orig., z. T. nach BORZI). — PASCHER, Hedwigia **53**, S. 16, Fig. 5, 7–8 (Kop. nach BORZI). — PRINTZ, Videnskab-selsk. Skrifter, Mat.-Nat. Kl. Nr. **6** (1916) Taf. 3, Fig. 66–69. Kristiania.

Zellen kugelig bis quer ellipsoidisch, oft quer eiförmig bis verkehrt ei-birnförmig, mit einem kurzen, meist exzentrisch stehenden Stielchen, das sich oft in eine große Haftscheibe ver-

breitert. Das Stielchen sitzt nicht selten ganz seitlich der im übrigen fast quer gelagerten Zelle an. Membran meist zart. Chromatophoren meist zwei, in manchen Fällen mehr. Vermehrung durch Bildung von 2–5 Schwärmern, die einen Chromatophoren und angeblich nur eine einzige Geißel besitzen. Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen 8–10 μ breit.

Characiopsis gibba sieht einigen Formen von *Gloeopodium* ähnlich. Der Unterschied liegt in der Art der Stielbildung. *Gloeopodium* hat Gallertstiele (siehe S. 697f.).

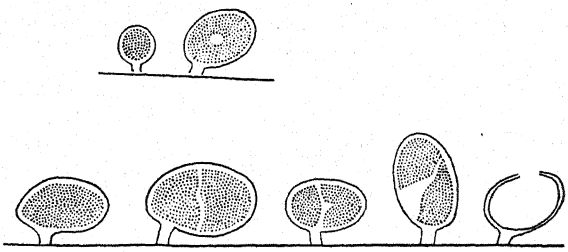


Fig. 581. *Characiopsis gibba.* (Nach BRAUN.)

Vorkommen: *Characiopsis gibba* ist eine nicht sehr seltene, aber sehr leicht zu übersehende Art, um so leichter zu übersehen, als sie meistens auf sehr dickfädigen Algen, wie *Vaucheria*, *Cladophora* vorkommt. Soweit ich gesehen habe, meidet sie „sauere" Gewässer. Im Gebiete wiederholt beobachtet. Ferner Italien, Norwegen, Dänemark und Schweiz.

In der allerletzten Zeit auch in Formen gesehen, die immer um 15–17 μ maßen. (Gräben auf der Seelands-Odde—Seeland—Dänemark). Vielleicht in zwei verschiedenen Größenklassen auftretend.

7. Characiopsis minima (Fig. 582).

Zellen verkehrt eiförmig, ellipsoidisch keulenförmig bis plump spindelförmig, oft mit ungleichen und unregelmäßigen Flanken, nicht selten einseitig ausgebaucht, gerade oder schief, vorne stumpf bis abgerundet stumpf, basal in den verschieden langen, oft sehr kleinen und zarten, gelegentlich auch derben Stiel zusammengezogen; manchmal mit deutlicher Haftscheibe. Chromatophor einer, oft sehr blaß bis fast farblos, wandständig, muldenförmig, oft sehr klein, meist eine Flanke auskleidend.

Schwärmer nicht gesehen. Sporen, zu zweien, in der Zelle gebildet, beobachtet.

Zellen ca. 5–8 μ lang, 3–5 μ dick.

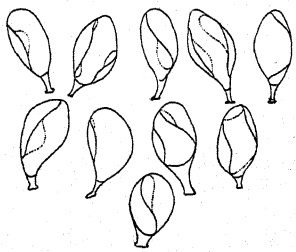


Fig. 582. *Characiopsis minima.*

Vorkommen: Mehrmals und manchmal in riesigen Mengen gesehen auf Schilf, Detritus, Steinen, verschiedenen Algen. (Vielleicht auch auf Plankton). Immer an Stellen mit viel organischen Substanzen, womit vielleicht auch die Kleinheit und Blässe des Chromatophoren zusammenhängt. Vielleicht leicht saprotroph (Skizzen von Dr. PETROVÁ).

8. Characiopsis anabaenae (Fig. 583).

Zellen sehr klein, meist gerade, einseitig spindelförmig, meist mit einer mehr und einer weniger konvexen Flanke, nach vorne aus der Hälfte oder aus dem vorderen Drittel gleichmäßig, manchmal leicht bogig in das stumpfliche Ende verschmälert. Basal ebenso in den kurzen, in keiner Weise scharf abgesetzten Stiel auslaufend. Haftscheibchen oft verhältnismäßig groß, meist braun gefärbt. Chromatophor in der Form einer einseitigen, der mehr konvexen Flanke anliegenden, muldenförmigen Platte, die das Vorderende und die Basis frei läßt und am Rande manchmal gelappt oder gekerbt, seltener tief eingeschnitten ist und die Zelle nur im halben Umfange auskleidet und meistens sehr blaß gelbgrün und sehr zart ist. Membran sehr zart, auch vorne nicht verdickt. Vermehrung nicht beobachtet; nur Teilungsstadien gesehen, in denen zwei Teilprotoplasten schief übereinander gelagert waren und an ihren Chromatophoren ein dunkles Stigma hatten: also wahrscheinlich Schwärmerbildung. Andere Stadien nicht gesehen.

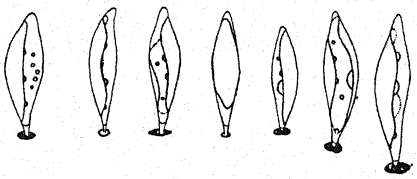


Fig. 583. *Characiopsis anabaenae.*

Zellen ca. 4 μ dick, 10–13 μ lang.

Vorkommen: *Characiopsis anabaenae* stellt einen ziemlich seltenen, doch charakteristischen Bestandteil jenes Planktons flacher, stehender Gewässer dar, dessen auffälligster Vertreter *Anabaena* in ihren verschiedenen planktontischen Arten ist,

neben denen aber sehr verschiedenartige und in ihrer Stellung sehr verschiedene, allerdings weniger auffällige Organismen ebenso charakteristisch vorkommen. Letztere sind aber noch sehr wenig studiert. Ich konnte die neue *Characiopsis*-Art im Hirschberger Großteiche (Böhmen), in den Teichen des südlichen Böhmerwaldes sowie in den kleinen, stehenden Gewässern, die die Nordküste des Bodensees begleiten, feststellen. In der letzten Zeit auch aus Seen der Holsteinischen Seenplatte und auf Anabaenen aus Seen Seelands (Dänemark).

9. Characiopsis sessilis Pascher (1925) (Fig. 584).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 61.

Abb.: Pascher, Ber. d. deutsch. bot. Ges. **36** (1918) 400, Fig. 9a–c. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 61, Fig. 41.

Zellen derb, leicht verkehrt bis gestreckt eiförmig, nach vorne gleichmäßig, oft schief und kurz, fast kegelförmig zugespitzt, basal leicht verschmälert und ohne Stielbildung direkt einem verbreiterten Haftscheibchen aufsitzend. Membran relativ dünn. Chromatophoren 2–6, verhältnismäßig groß. Vermehrung beobachtet: Schwärmer bis zu 16 gebildet. Vor der Schwärmerbildung tritt reichliche Chromatophorenvermehrung ein. Die Schwärmer sehr amöboid, mit einem wandständigen, muldenförmigen, großen Chromatophoren, einem Augenfleck und einer vorderen Vakuole. Hauptgeißel ungefähr $1^1/_2$ mal körperlang, Nebengeißel ein Drittel der Hauptgeißel messend.

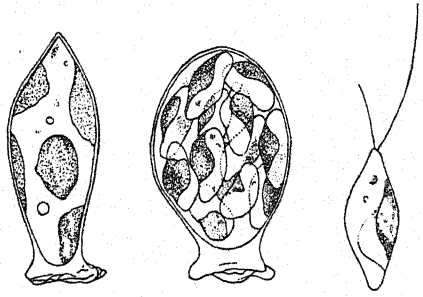


Fig. 584. *Characiopsis sessilis:* Vegetative Zelle; Zelle in Schwärmerbildung; Schwärmer.

Vegetative Zellen 20–30 μ groß, 10–14 μ breit

Vorkommen: Aus leicht humussauren, mit Torfabwässern in Zusammenhang stehenden Tümpeln auf *Tribonema* und *Oedogonium*. Südlicher Böhmerwald, Mugrau, Rindleser-Au.

Characiopsis sessilis sieht einer derben *Characiopsis subulata* sehr ähnlich, ist aber derber, stämmiger und vor allem vorn viel weniger lang verschmälert. Die *Characiopsis grandis*, die in kleineren Formen die gleiche Größe wie *Characiopsis sessilis* zeigt, hat viel kleinere und zahlreichere Chromatophoren.

10. Characiopsis Naegelii LEMMERMANN (1914) (Fig. 585).

LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 253. — CARTER, N., New Phytolog. **18** (1919) 180. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 68.

Syn.: *Characium Naegelii* A. BRAUN, Alg. unic. gen. (1858) 36. — NAEGELI, Gatt. einz. Alg. (1848/9) 87. — RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3**, S. 84. — KIRCHNER, Alg. Schles. (1878) 101. — HANSGIRG, Prodrom. Flor. Böhm. **1** (1886) 122. — WOLLE, Freshw. Alg. U.S.A. S. 178. — DE TONI, Syll. 1_1, 622.

Abb.: NAEGELI, a. a. O. (1848/9) Taf. 3, Fig. D. — CARTER, N., a. a. O. (1919) Fig. 1, A–K. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 52, S. 68. — WOLLE, a. a. O. Taf. 159, Fig. 4 (?). — LEMMERMANN, a. a. O. (1914) 253, Fig. 10, 14.

Zellen im ausgebildeten Zustande meist aufrechtstehend, sehr regelmäßig breit-ellipsoidisch bis in seltenen Fällen fast kugelig, nur manchmal gestreckt ellipsoidisch, manchmal mit leichter Verschmälerung nach vorn. In anderen Fällen sehr schön und regelmäßig breit verkehrt ellipsoidisch eiförmig. Membran zart, basal ein überaus kurzes, schwaches Stielchen bildend, das in ein kleines Haftscheibchen verbreitert ist. An älteren Zellen verdickt sich die Membran und treibt manchmal kleine Fortsätze in die Zelle. (Vielleicht pathologische Erscheinung.) In den Zellen zahlreiche kleine scheibchenförmige Chromatophoren, die manchmal undeutlich werden, bis schließlich das periphere Plasma der Zelle grünnetzig strukturiert erscheint. Junge Zellen einkernig, alte Zellen mehrkernig: wahrscheinlich frühzeitige, mit der Ausbildung der Schwärmer in Zusammenhang stehende Kernvermehrung. Schwärmer, soweit gesehen birnförmig, mit einem, seltener zwei wohldifferenzierten Chromatophoren und doppelt körperlanger Hauptgeißel. Nebengeißel sehr klein.

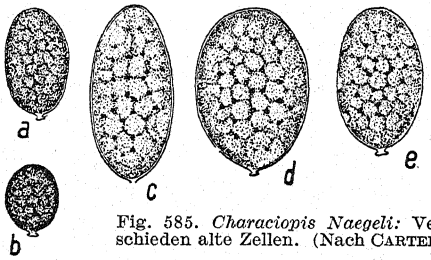


Fig. 585. *Characiopsis Naegeli:* Verschieden alte Zellen. (Nach CARTER.)

Zellen in ihrer Größe sehr schwankend, 25–45, manchmal bis 60 μ lang[1]), meistens aber nur 20–35 μ messend.

Vorkommen: Sehr verbreitete, doch nicht häufige Form, die ökologisch sehr weit spannt. Meistens in wenig saueren Gewässern. Formen aus saueren Gewässern mit oft frühzeitig netzförmigem Chromatophoren.

---

[1]) Einmal eine abnorm große Zelle, die ungefähr 90 μ maß.

Zu *Characiopsis* (unter *Characium*) *Naegelii* stellte HANSGIRG (Prodr. Algenfl. Böhm. [1886] 236) eine var. *maius*[1]) (DE TONI, Syll. Alg. **2**, Teil 2, S. 632). Ihre Zellen sind mehr kegel-spindelförmig und verschmälern sich allmählich in den Stiel. Sie messen 40–130 μ in die Länge, 15–24 μ in die Breite. Diese Varietät gehört wohl nicht zur *Characiopsis Naegelii* und stellt, soweit ich sie sah, überhaupt keine *Characiopsis*-Art vor.

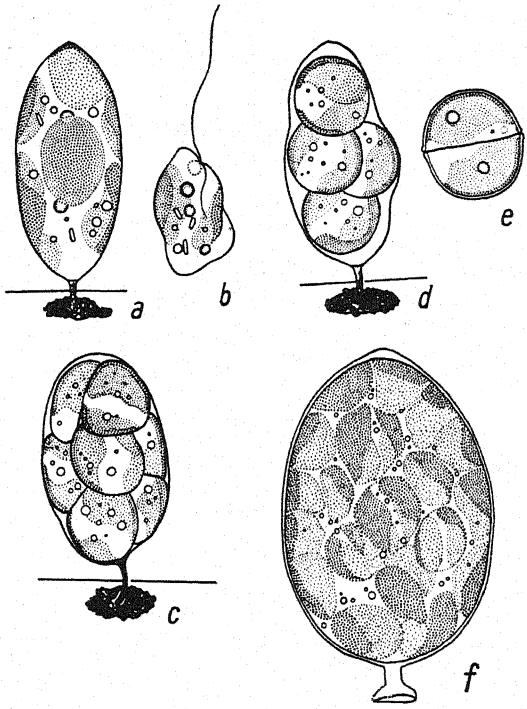


Fig. 586. *Characiopsis gracilis: a* vegetative Zelle; *b* Schwärmer; *c* Zelle in Schwärmerbildung; *d* Aplanosporenbildung; *e* Aplanospore; *f* auffallend große Zelle, deren Membran am Scheitel verdickt ist.

11. Characiopsis gracilis (Fig. 586).

Zellen recht regelmäßig ellipsoidisch, ca. zweieinhalb mal so lang als breit, vorne leicht in das spitze oder stumpfe Ende verschmälert. Basal kaum oder nur wenig verschmälert. Stiel kurz, nur bis ein Viertel der Zelle messend, mit deutlicher Haft-

[1]) Diese var. *maius* wurde von LEMMERMANN (Abh. nat. Ver. Bremen **23** [1914] 255) zu *Characiopsis tuba* gestellt.

scheibe. Membran sehr zart. Chromatophoren bis 8, scheibchenförmig. Schwärmer und Sporenbildung gesehen. Sporen zu vier oder acht gebildet, kugelig, manchmal etwas abgeflacht. Schwärmer meist zu acht gebildet, ohne Stigma. Nebengeißel ca. ein Drittel der Hauptgeißel.

Gelegentlich treten bei *Ch. gracilis* Zellen mit sehr viel Chromatophoren und plump eiförmig-kurz ellipsoidischer Gestalt auf, deren Membran am Scheitel der Zelle manchmal etwas verdickt ist

Zellen 17–26 μ lang, bis 13–15 μ dick. Die großen Zellen bis 35 μ lang und bis 25 μ dick.

Vorkommen: Häufige Art; vielleicht mit sehr weiter ökologischer Spannweite: leicht salzige Teiche bei Franzensbad i. B. — Altwässer des Inn in Bayern — also sowohl im kalkfreien wie kalkhaltigen Wasser (Skizzen von KNOTT-SIGMOND).

12. Characiopsis varians (Fig. 587).

Zellen ellipsoidisch, walzlich bis fast walzlich, manchmal leicht eiförmig, gerade oder leicht gekrümmt, manchmal leicht in der Mitte eingezogen; nach vorne oft ziemlich kurz verschmälert und ebenso gegen die Basis abgerundet oder auch fast gerade verschmälert und hier in den derben Stiel übergehend, der halb so lang wie die Zelle werden kann. Membran etwas derb, vorne meist in eine spitze bis stumpfe warzenartige Verdickung übergehend. Chromatophoren bei guter Ausbildung auffallend viel, sehr klein und scheibchenförmig (bis ca. 50), gelegentlich auch wenige und größere. Manchmal nur eine wandständige, vielfach durchbrochene oder netzig aufgelöste Platte. Gelegentlich, besonders in jüngeren Zellen, alle Chromatophoren typisch binnenständig. Vermehrung durch Schwärmer beobachtet: Chromatophoren meist in größerer Zahl, kein Augenfleck, Nebengeißel sehr kurz. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 15–31 μ lang, 6–9 μ breit.

Vorkommen: Nicht gar seltene, vielleicht wärmeliebende Form auf Oedogonien, Rhizoclonien u. a. Algen wie auf Stengeln und Halmen (Sommerform). Aus Teichufern bei Wittingau in S.-Böhmen, aus Altwässern längs der Donau bei Hengersberg i. Bayern.

13. Characiopsis obliqua (Fig. 588).

Zellen eiförmig bis verkehrt eiförmig, bis rein walzlich, manchmal in der Mitte leicht eingezogen, vorne breit abgerundet und basal mehr oder weniger rasch in den sehr zarten, ungefähr

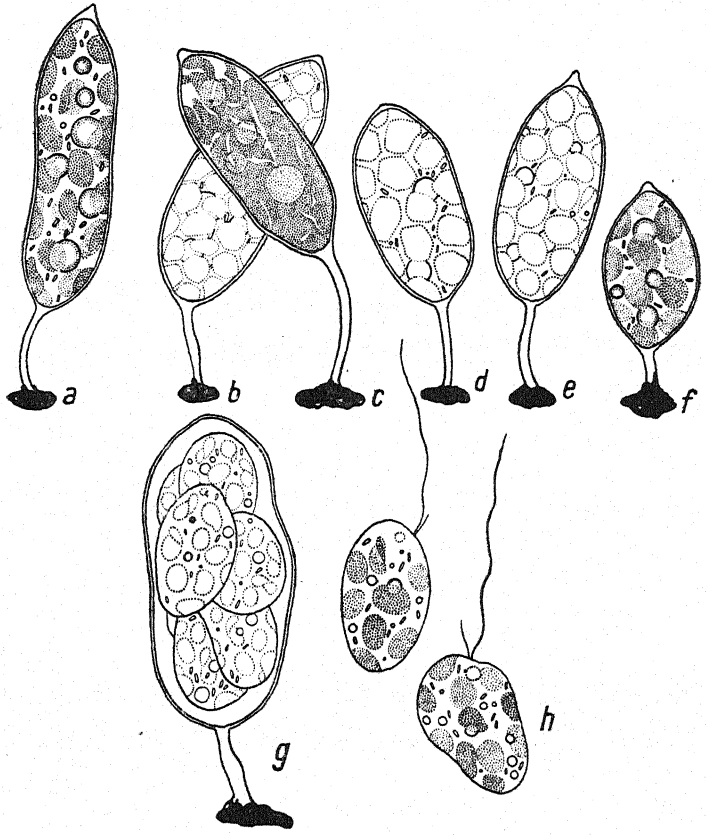


Fig. 587. *Characiopsis varians: a, b, d, e, f* Zellen mit vielen kleinen Chromatophoren; *c* Chromatophor in der Gestalt einer mit Rissen versehenen Platte; *g* Zelle in Schwärmerbildung knapp vor dem Austreten der Schwärmer; *h* zwei Schwärmer.

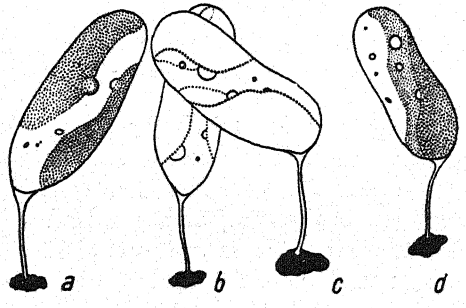


Fig. 588. *Characiopsis obliqua: a–c* ältere Zellen; *d* junge Zelle.

halb so langen, oft leicht gekrümmten Stiel zusammengezogen bzw. verschmälert, der meist eine große Haftscheibe hat. Zellen fast immer schief vom Stiele abgebogen, manchmal fast quer zum Stiele gelagert. Membran sehr zart. Chromatophoren einer oder zwei, meist rinnenförmig. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 15–20 μ lang, oft aber auch kürzer (dann derber) und 4–6 μ breit. Stiel bis 10 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht Alge leicht verschmutzter Gewässer. In Wiesengräben bei Stafflach am Brenner auf verschiedenen Unterlagen, aus Wiesentümpeln bei den Musikantenteichen bei Hirschberg i. B. immer an etwas verjauchten Stellen. (Skizzen von KNOTT-SIGMOND).

14. Characiopsis teres PASCHER (1925) (Fig. 589, 590, 591).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 64.

Syn.: *Characiopsis pyriformis* var. *teres* PRINTZ, Kgl. Norske Videnskab. Selsk. Skrifter 1915 (1916) Nr. 4, S. 18.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) 64, Fig. 47b. — PRINTZ, a. a. O. (1916) Taf. 1, Fig. 77–79.

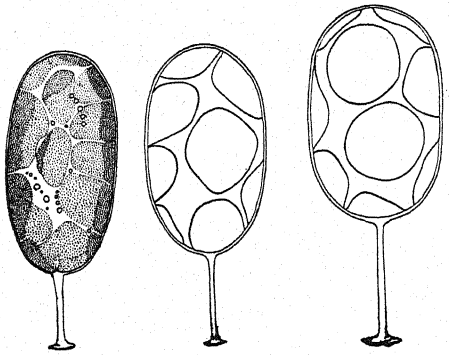


Fig. 589. *Characiopsis teres.*

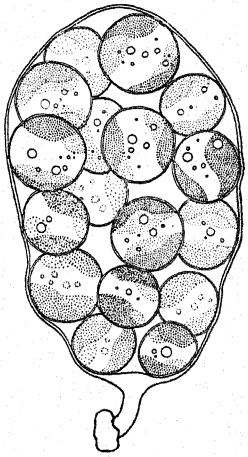


Fig. 590. *Characiopsis teres,* große Zelle mit vielen Aplanosporen.

Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, gerade oder seltener leicht bohnenförmig gekrümmt, beiderseits fast halbkugelig abgerundet. Basal ein scharf abgesetztes, zartes Stielchen, in das die Zelle in keiner Weise verjüngt ist und das $^1/_4$–$^1/_2$ der Zellänge mißt. Membran derb, manchmal leicht rötlich gefärbt. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig, manchmal ungleich. Schwärmer nicht beobachtet. Dagegen ziemlich derb-

wandige Aplanosporen, die zu vielen in den erweiterten Zellen gebildet werden. Aplanosporen kugelig.

Länge der Zellen 19–30 μ, von denen 8–12 μ auf das Stielchen gehen. Breite 8–14 μ.

In die Nähe von *Characiopsis teres* gehört vielleicht, falls es sich überhaupt um eine Heterokonte handelt, das *Characium clava* HERMANN[1]) (= *Characiopsis clava* LEMMERMANN)[2]): ellipsoidische, gerade oder leicht gekrümmte Zellen, Stielchen ein Viertel der Zelle messend, Membran derb, manchmal am oberen Zellende leicht verdickt. Chromatophoren meist zwei. Zellen 18 bis 25 μ: 7–9 μ. — PRINTZ hat (fix. Material) die Art wieder gefunden (Kgl. Norske Videnskab. Selsk. Skrifter 1915, 4, S. 19 Taf. 1, Fig. 80,). Nach dem, was ich in letzter Zeit sah, handelt es sich wahrscheinlich um ein *Characium*.

Fig. 591. Wahrscheinlich *Characiopsis teres*, von G. M. SMITH als *Ch. pyriformis* bezeichnet. (Nach G. M. SMITH).

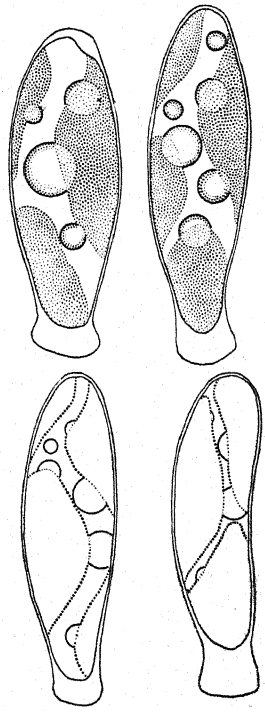


Fig. 592. *Characiopsis pachypus.*

15. Characiopsis pachypus (Fig. 592).

Zellen ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig-ellipsoidisch, im allgemeinen gestreckt, gerade und regelmäßig oder mit ungleich vorgewölbten Flanken bis leicht bohnenförmig. Vorne breit abgerundet, gegen die Basis gleichmäßig verschmälert und dann direkt in ein kurzes, dickes, plumpes Füßchen über-

[1]) HERMANN in RABENHORST, Beiträge 1 (1863) 27. — DE TONI, Syll. Alg. **1**, 627. — HERMANN in RABENHORST, Flor. Eur. **3**, 88. — **Abb.:** HERMANN, a. a. O. Taf. 6, Fig. B.

[2]) LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 255. — Fig. 12–13.

gehend, das keine eigentliche Haftscheibe entwickelt. Chromatophoren drei bis sechs, gelegentlich mehr, meist groß und gelegentlich etwas gelappt. Vermehrung durch Bildung von 4–8 Schwärmern mit Stigma und einer recht kurzen Nebengeißel. Sporen nicht gesehen.

Zellen 12–25 μ lang und bis 9 μ dick.

Vorkommen: Vielleicht leicht brackische Form. Aus den Grundwassertümpeln zwischen den Dünen auf Sylt: auf Wurzeln, im Wasser liegenden Zweigen, auf *Tribonema* und auf den Kolonien der Protococcale *Thorakochloris* Arch. Prot. [**76** (1932)].

16. Characiopsis pileata Copeland (1928) (Fig. 593).

Copeland, J., in Lewis et Taylor, Rhodora **30** (1928) 194. — Croasdale, H., Freshw. Alg. Woods Hole Mass.-Pap. Univ. Pens. Chapter Sigma **11** (1935) 35.

Abb.: Copeland, a. a. O. (1928) Fig. 12, S. 194.

Zellen gestreckt eiförmig, vorne breit abgerundet, basal allmählich in ein sehr kurzes, dickes Stielchen zusammengezogen. Membran im allgemeinen zart, am oberen Ende aber sehr stark, fast kappenartig verdickt. Chromatophoren nach Copeland sechs und in bestimmter Lagerung zu je zweien drei grüne Bänder bildend. Schwärmer zu vieren gebildet, an ihnen nur eine Geißel beobachtet. Entleerung durch eine vordere Öffnung der Zelle, nicht durch Abstoßen eines Deckels[1]).

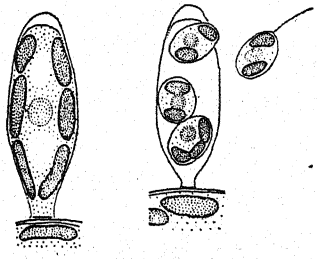


Fig. 593. *Characiopsis pileata.* Vegetative Zelle und Zelle in Schwärmerbildung (nach Copeland in Lewis und Taylor.)

Zellen 14–19 μ lang, 6–7 μ dick.

Vorkommen: Auf *Tribonema* und *Microspora*. Derzeit nur aus Massachussets.

17. Characiopsis pyriformis Borzi (1895) (Fig. 594–600).

Borzi, Stud. algol. **2** (1895) 153. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906) H. 3, 103. — Lemmermann, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 254. — Printz, Krist. Protoc., Videnskabs. Selsk. 1913, I. Kl., Nr. 6 (1914) 44. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 66.

---

[1]) Die Beschreibung bezieht sich allem Anschein nach auf besonders regelmäßige gestaltete Zellen; sie wird auf Grund größeren Materials ergänzt werden müssen.

Syn.: *Characium pyriforme* A. BRAUN, Gen. alg. unic. (1855) 40. — DE TONI, Syllog. Alg. II, 2 (1885) 622. — *Hydrianum pyriforme* RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **30** (1868) 88.

Abb.: BRAUN, a. a. O. (1855) Taf. 5, Fig. B. — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 9, S. 103 (Kopie). — PRINTZ, a. a. O. (1914) Taf. 3, Fig. 70. — Kgl. Nor. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4, Taf. 1, Fig. 70–76. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 47a, S. 64.

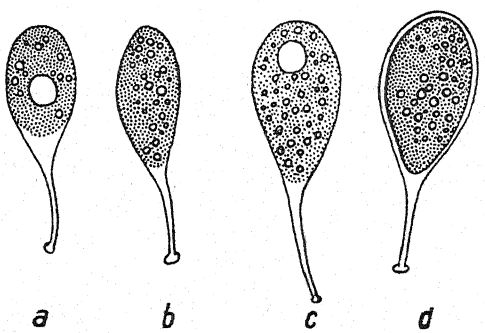


Fig. 594. *Characiopsis pyriformis* (nach A. BRAUN).

Zellen ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch und mit allen Übergängen zu verkehrt-eiförmig, vorne breit bis fast halbkugelig abgerundet; basal allmählich in den fast ebenso langen, oben derberen, nach unten hin verschmälerten, schließlich zarten, geraden oder manchmal gekrümmten Stiel verschmälert, der unten ein kleines Haftscheibchen besitzt. Zellen nicht selten einseitig gefördert und dann mit unsymmetrischen Flanken. Membran relativ derb, an älteren Zellen rötlich gefärbt. Chromatophoren 2–5, relativ groß, wandständig, scheiben- und muldenförmig; blaß gelbgrün. Vermehrung einmal beobachtet: Bildung von vier sehr amöboiden Schwärmern, die nur einen Chromatophoren besitzen und eine Hauptgeißel, die bis zweimal so lang ist wie der Protoplast. Andere Stadien nicht gesehen.

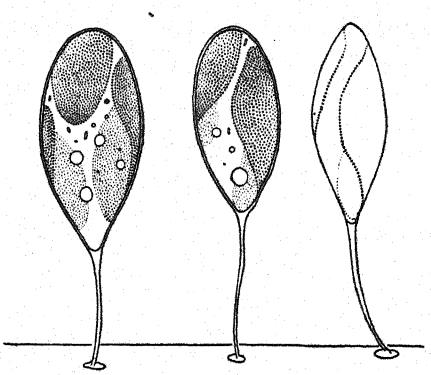


Fig. 595. *Characiopsis pyriformis*, typische Form mit zarten Stielen.

Länge der Zellen 12–24 μ, Stiel bis 15 μ, Breite der Zellen 10–14 μ.

Zu *Charasiopsis pyriformis* werden zwei Varietäten gestellt:

1. var. ***decrescens*** PRINTZ, Krist. Protoc., Videnkabs. Selsk. Skrift. I. Kl., Nr. 6, S. 45. **Abb.:** PRINTZ, a. a. O. Taf. 3, Fig. 71–74. — PRINTZ, Kgl. Vid. Selsk. Skrift. 1915 (1916) Nr. 2, Taf. 4, Fig. 91–93.

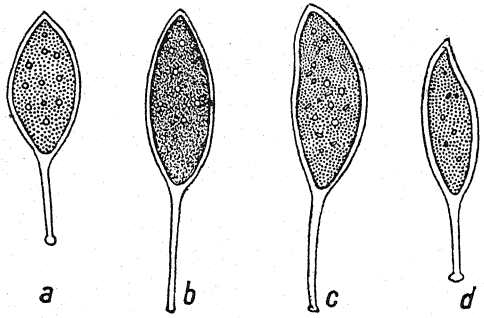


Fig. 596. *Characiopsis pyriformis* var. *decrescens* (nach PRINTZ).

Zellen oft schief und am Vorderende verschmälert spitz; Membran am Scheitel der Zelle nicht verdickt. Zellen 30–35 μ lang, 8–9 μ breit; Stiel 13–16 μ lang (Fig. 596, 600 z. T.). Aus Norwegen.

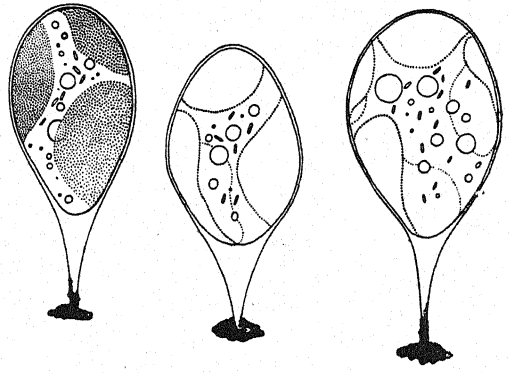


Fig. 597. *Characiopsis pyriformis* var. *incrassata*.

2. var. ***subsessilis*** LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 254. — PRINTZ, Kgl. Norsk. Vidensk. Selsk. Skrift. 1915 (1916) Nr. 4, S. 18. **Abb.:** PRINTZ, a. a. O. (1916) Taf. 21, Fig. 68–69. — PRINTZ, Kgl. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 2, Taf. 4, Fig. 94–95. — LEMMERMANN, a. a. O. (1914) Fig. 11.

Zellen kurz gestielt, manchmal festsitzend und durch alle Übergänge mit der typischen Form verbunden Fig. 599, 597, 598, 600). Aus Sibirien, Norwegen. Im Gebiete wiederholt von mir mit der typischen Form gesehen.

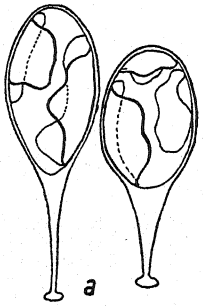


Fig. 598. *Characiopsis pyriformis* var. *incrassata.*

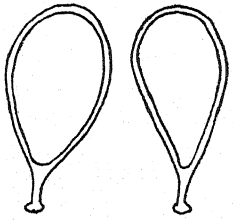


Fig. 599. *Characiopsis pyriformis* var. *subsessilis* (nach PRINTZ).

Die von LEMMERMANN a. a. O. als var. *cerasiformis* gestellte Art bzw. Varietät gehört überhaupt nicht zu den Heterokonten, sondern ist eine Dinophycee (Dinococcale) aus der Verwandtschaft der KLEBSschen Gattung *Stylodinium*.

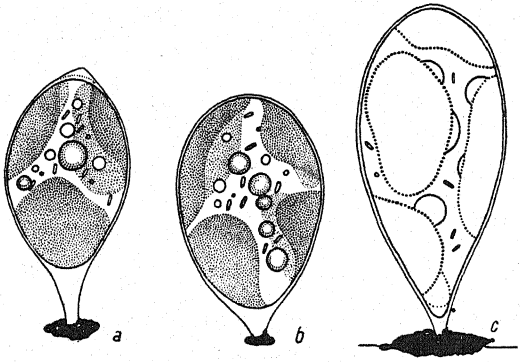


Fig. 600. *Characiopsis pyriformis.* Übergänge zu var. *subsessilis*, bei *a* zugleich Übergang zu var. *decrescens.*

BORZI spricht *Characiopsis pyriformis* als Jugendform von *Ophiocytium* bzw. *Sciadium* an. Gewiß sehen ganz junge Ophiocytien dieser *Characiopsis*-Art ähnlich, aber sie entwickeln sich unter ausgesprochenem Längenwachstum bald zu typischen *Ophiocytium*-Zellen und haben auch anders gestaltete, oft H-förmige Chromatophoren.

Als typische *Characiopsis pyriformis* möchte ich nur Formen bezeichnen, die den Fig. 594, 595 nahekommen und die auch den BRAUNschen und auch z.T. den PRINTZschen Figuren entsprechen. Diese zartgestielten gracilen Formen sind nicht sehr häufig.

Dagegen möchte ich die Ausbildungen, wie sie durch die Fig. 597, 598, 600 veranschaulicht werden, Formen mit derben, allmählich in die Zelle übergehenden Stielen, mit meist größeren Zellen nur mit Vorbehalt zu *Ch. pyriformis* stellen. ***Characiopsis pyriformis* var. *incrassata*** (= *Characiopsis incrassata* in not.). Sie scheinen mir einer eigenen Formenreihe zuzugehören. Nur sie zeigen gelegentlich jene Verkürzung des Stieles, die LEMMERMANN (1914) veranlaßte, sie als var. *subsessilis* zu bezeichnen, eine Bezeichnung, die PRINTZ (1916) beibehalten hat. Jedenfalls sind alle diese *Characiopsis*-Formen zu überprüfen.

Characiopsis pyriformis, vielleicht auch andere *Characiopsis*-arten werden von niederen Pilzen befallen, die ich noch nicht bestimmen konnte.

18. Characiopsis tuba LEMMERMANN (1914) (Fig. 601, 602).

LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 255. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 67.

Syn.: *Characium tuba* HERMANN in RABENHORST, Beitr. **1** (1863) Nr. 14, S. 27. — DE TONI, Syll. alg. **1** (1885) 626. — *Hydrianum tuba* HERMANN in RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1867) 88.

Abb.: LEMMERMANN, a. a. O. (1914) 253, Fig. 6–9. — PRINTZ, Kgl. Norsk. Vidensk. Selsk. Skrift. 1915 (1916) Nr. 4, Taf. 2 Fig. 81–87. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 51b, S. 67. — HERMANN, a. a. O. Taf. 7, Fig. 4.

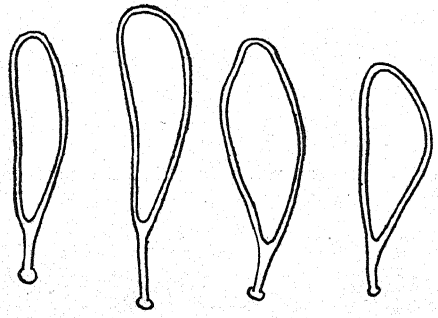


Fig. 601. *Characiopsis tuba* (nach PRINTZ).

Zellen meist recht unregelmäßig keulenförmig. Im obersten Drittel am breitesten. Vorne meistens breit abgerundet, seltener leicht verschmälert, immer aber breit stumpf. Gegen die Basis zu allmählich, manchmal wellig verschmälert und mit sehr ungleichen Flanken, die eine meist gerade oder sogar konvex, die andere meist stark konvex. Immer ganz allmählich in den Stiel, der ungefähr die Hälfte bis ein Drittel so lang ist wie die

Zelle und relativ kräftig ist, auslaufend und mit einem kleinen Haftscheibchen versehen. Chromatophoren mehrere; in jüngeren Zellen meistens nur mehrere, auch nur zwei, in großen Zellen bis 12 oder mehr, muldig-scheibchenförmig. Vermehrung nicht beobachtet. Dagegen in einzelnen Zellen eine oder zwei derbwandige, rauhe Cysten gesehen, deren Membran deutlich aus zwei Schalen bestand, deren Ränder etwas wulstig verdickt waren.

Länge 20–45 μ, Breite 7–11–(18) μ.

Vorkommen: Auf verschiedenen Fadenalgen: Deutschland (Neudamm), HERMANN. — Böhmen, Böhmerwald und Hirschberger Großteichgebiet. — Sibirien. PRINTZ.

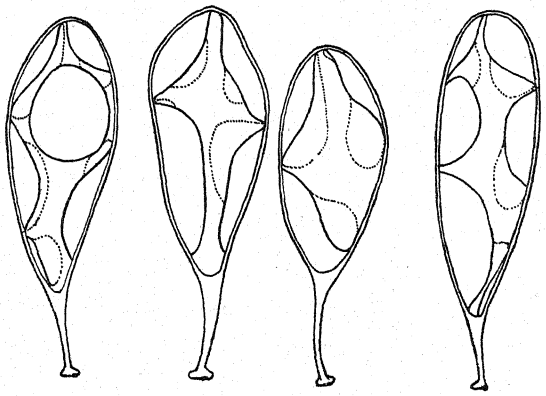


Fig. 602. *Characiopsis tuba.*

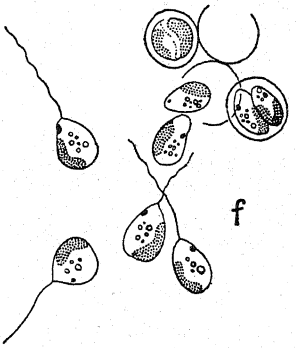
Zu *Characiopsis tuba* gibt es in der Chlorophyceen-Gattung *Characium* eine Parallelform, die ihr in der Zellgestalt und Größe zum Verwechseln ähnlich ist. Sie ist pyrenoidfrei. Möglicherweise lag HERMANN tatsächlich ein *Characium* und keine *Characiopsis* vor.

Zu *Characiopsis tuba* stellt LEMMERMANN 1914 (Abh. naturw. Ver. Bremen **23**, 255) als var. *major* noch jene Form, die HANSGIRG zu *Characium Naegelii* gestellt hatte. Es handelt sich um lange, allmählich in den Stiel verjüngte Zellen, die ebenfalls keulige Form hatten und deren Stiel nicht scharf abgesetzt war. Was ich von diesen großen Formen sah, war ausnahmslos *Characium* und nicht *Characiopsis*, was eine parallele Formenreihe unter *Characiopsis* natürlich nicht ausschließt.

19. Characiopsis Borziana LEMMERMANN (1914) (Fig. 603, 604).

Syn.: *Characiopsis minuta* BORZI, Stud. alg. **2** (1895) 152. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsinst. **23** (1906) Hft. 3, S. 101. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 62, z. T. — BORGE, Kgl. Sv. Ak. Handl. **22**, Hft. 3, Nr. 9, S. 7. — Nicht *Characium minutum* A. BRAUN, Alg. unic. gen. (1855) 46, in lit. KÜTZING spec. Alg. add. 992 (1849).

Abb.: BORZI, a. a. O. (1895) Taf. 14, Fig. 1–12. — PASCHER, a. a. O. (1925) S. 62, Fig. 43a (Kopie). — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 5g, S. 102 (Kopie nach BORZI). — BORGE, a. a. O. Taf. 1, Fig. 5. — WEST-FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae Aufl. 2 (1927) S. 308, Fig. 129 A. — Nicht aber: A. BRAUN, a. a. O. (1855) Taf. 5, Fig. 1–15[1]).



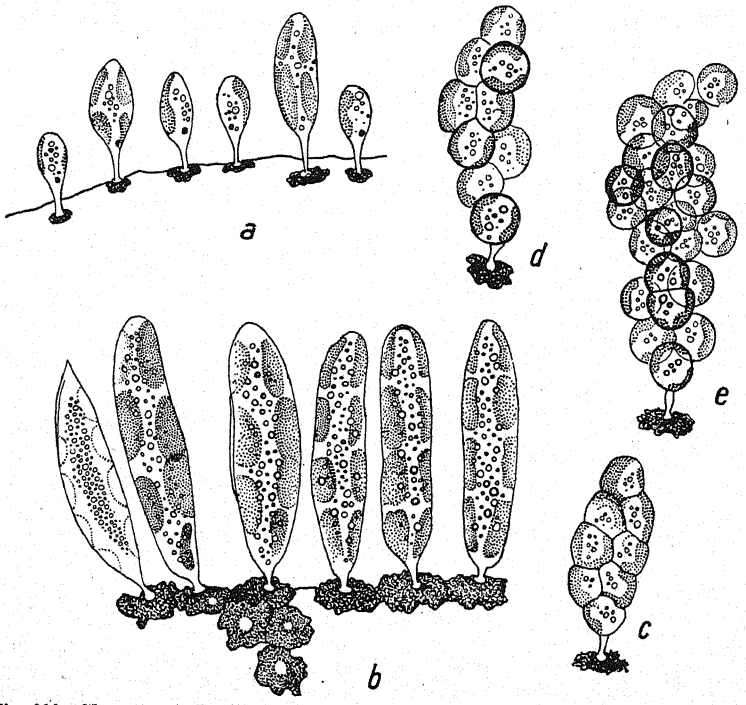


Fig. 603. *Characiopsis Borziana: a* junge Zellen in verschiedenen Entwicklungsstadien; *b* ältere, fast ausgewachsene Zellen; *c–e* Aplanosporenbildung; *f* Aplanosporen, Schwärmer entleerend.

[1]) LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 256.

Zellen sehr verschieden gestaltet, ellipsoidisch bis ellipsoidisch-walzlich, spindelförmig, manchmal mit einer konvexeren und einer geraderen Flanke, oft leicht gekrümmt bis fast mondsichelförmig, manchmal gestreckt-verkehrt eiförmig, basal in ein kurzes, doch deutliches Stielchen zusammengezogen, das sich in ein kleines Haftscheibchen verbreitert. Vorne stumpflich. Membran vorne nicht verdickt. Chromatophoren nur in ganz jungen Zellen in der Einzahl, im ausgewachsenen Zustande mehrere, 4–8, scheibchenförmig und wandständig.

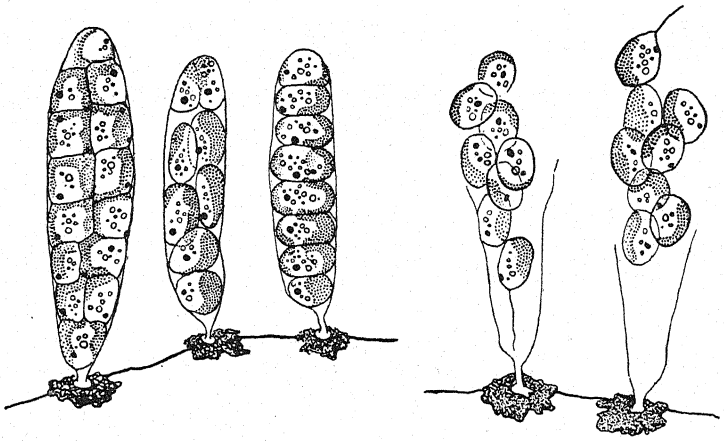


Fig. 604. *Characiopsis Borziana:* Zellen in Schwärmerbildung und Schwärmer entleerend. An den Schwärmern wahrscheinlich noch eine kleine Nebengeißel vorhanden.

Vermehrung durch Bildung von 4–16 Schwärmern, die meist nur einen Chromatophoren besitzen. Statt dieser Schwärmer werden auch zart behäutete Autosporen gebildet, die sich unter Umständen mit einer derberen Membran umgeben können und bei der Keimung 2–4 Schwärmer bilden.

Zellen 12–30 μ lang, bis 10 μ dick.

Vorkommen: Verbreitete Form, die einen sehr weiten ökologischen Spannraum besitzt.

Zu dieser Form wird als var. *disciculifera* HEERING a. a. O., S. 12 [*Characium minutum* A. BRAUN, var. *disciculiferum* WITTROCK, in WITTROCK et NORDSTEDT Nr. 459, fasc. 21, S. 24; HANSGIRG, Algenfl. Böhm. (1886) **1**, 123] jene Ausbildung gestellt, deren Stielchen knöpfchenförmig verdickt ist.

Ich muß nach dem, was ich von dieser Form sah, im Gegensatz zu meiner früheren Auffassung (1925) dem folgen, was LEMMERMANN (1914) festgestellt hat: daß die von BORZI als

Characiopsis minuta bezeichnete Art nicht das darstellt, was BRAUN als „*Characium minutum*" bezeichnet hat. Die von BORZI behandelten Formen sind im allgemeinen gestreckter, zylindrischer und vorne stumpfer und besitzen im erwachsenen Zustande immer mehrere Chromatophoren, während das *Characium minutum* BRAUN (jetzt *Characiopsis minuta*) nur einen oder zwei Chromatophoren, vorne scharf zugespitzte Zellen und sehr kurz gestielte, oft fast stiellose Zellen besitzt. Ich habe die

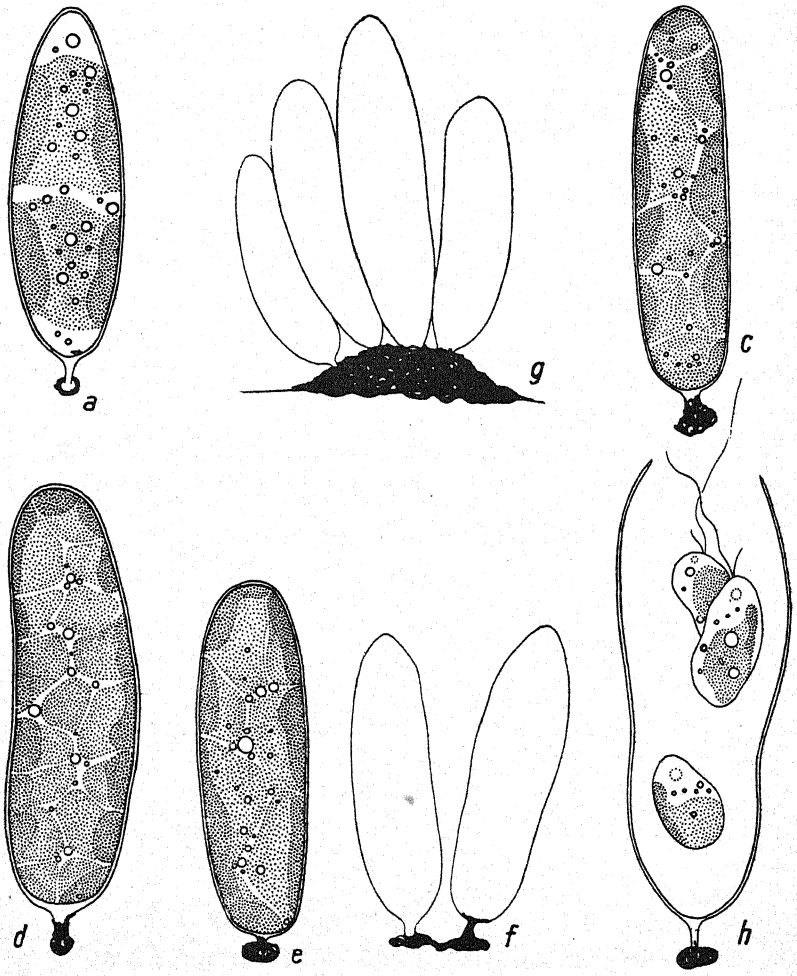


Fig. 605. *Characiopsis Cedercreutzi:* *a–f* verschieden alte und verschieden gestaltete Zellen; *h* Schwärmerentleerung.

von BRAUN als *Characium minutum* beschriebene Form jetzt wiederholt gesehen; sie gehört sicher zu *Characiopsis*. Im Sinne von LEMMERMANN ist nur sie als die eigentliche *Characiopsis minuta* zu bezeichnen.

20. Characiopsis Cedercreutzi (Fig. 605).

Syn.: *Characiopsis Borziana* CEDERCREUTZ, Arch. Prot. **75** (1931) 517.
Abb.: CEDERCREUTZ, a. a. O. (1931) Fig. 1, S. 518.

Zellen in der Jugend mehr eiförmig ellipsoidisch, mit zunehmendem Wachstum immer ausgesprochener walzlich werdend und dann vorne auch abgerundet und kaum mehr verschmälert, dabei gerade oder leicht gekrümmt, manchmal etwas schief zum Stiel orientiert, gelegentlich nach vorne etwas verbreitert. Stielchen sehr kurz. Zellen gegen den Stielansatz nicht verschmälert, sondern breit abgerundet. Membran sehr zart. In den jungen Zellen nur ein Chromatophor, in ausgewachsenen Zellen bis 30 und mehr. Bei der Vermehrung bilden sich 4 bis 32 Schwärmer mit binnenständigen Chromatophoren und kurzer, stummelförmiger Nebengeißel. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 20–60 μ lang, 6–11 μ breit.

Vorkommen: In sauren Gewässern, auf einem verfaulenden Stammstück im Musikantenteich bei Hirschberg i. B., auf überrieselten Felsen an einer derben *Microspora* aus dem Naßfelde bei Bad Gastein.

Diese Art sieht der *Characiopsis Borziana* LEMMERMANN recht ähnlich, ist aber auch bei gemischtem Vorkommen von ihr durch die bedeutendere Größe, die regelmäßige, fast starre Form leicht zu unterscheiden.

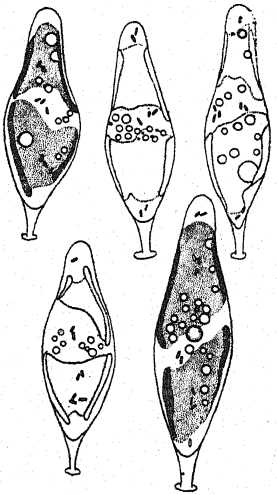


Fig. 606. *Characiopsis lageniformis.*

21. Characiopsis lageniformis PASCHER (1930) (Fig. 606, 607*a*, *b*).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 444.
Abb.: PASCHER, a. a. O. (1930) S. 444, Fig. 41.

Zellen einzeln oder truppweise auf Fadenalgen (*Tribonema*), spindel-keulenförmig, gegen das zarte kurze Stielchen aus dem unteren Drittel relativ rasch zusammengezogen, nach vorne

weniger verschmälert, dann fast zylindrisch und schließlich vorn abgerundet stumpf. Membran sehr zart. Chromatophoren zwei, in der Form breiter, bandförmiger Rinnen, sehr zart, sehr ungleich breit, manchmal gelappt und hin und wieder mit faltig eingeschlagenen Rändern. Vorderende der Zelle meist farblos. Öl und Fettropfen oft in größerer Menge, manchmal reihig angeordnet. Daneben gelegentlich große Ölballen.

Zellen 20–22 μ lang, 7–11 μ breit.

Vorkommen: Auf *Tribonema*, vor allem auf leeren, verquollenen Zellen. Aus einem Graben längs des Bahngeleises Stein-Schönau-Meistersdorf in Nordböhmen.

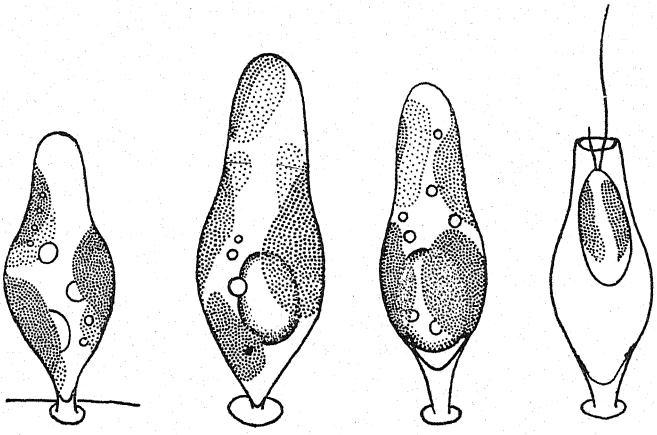


Fig. 607. *Characiopsis lagena.*

22. Characiopsis lagena PASCHER (1930) (Fig. 607*c*, *d*, 608).

Syn.: *Characiopsis lageniformis forma* PASCHER. — PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 444.

Abb.: PASCHER, a. a. O (1930) Fig. 42, S. 444.

Zellen der *Characiopsis lageniformis* sehr ähnlich, aber deutlich derber und größer. Zellform im allgemeinen die gleiche, nur etwas gedrungener, spindel- bis verkehrt keulenförmig, gegen das kurze Stielchen rasch verschmälert, jedoch mit einem viel größeren Haftscheibchen versehen. Die vordere zylindrische Verschmälerung sowie die Endabrundung fast die gleiche wie bei *Characiopsis lageniformis*. Während diese aber nur zwei Chromatophoren besitzt, besitzt *Characiopsis lagena* mindest vier große Chromatophoren. Vermehrung durch Bildung von vier oder mehr, oft sehr amöboid veränderlichen Schwärmern, deren

Hauptgeißel anderthalbmal körperlang ist. Zellen ungefähr doppelt volumengroß als bei *Characiopsis lageniformis*.

Zellen bis 30–35 μ lang und 16 μ breit.

Vorkommen: Aus Straßengräben längs der Straße von Hirschberg in Böhmen nach Woken, ebenso wie *Characiopsis lagena* auf *Tribonema*; nicht auf anderen Algen beobachtet.

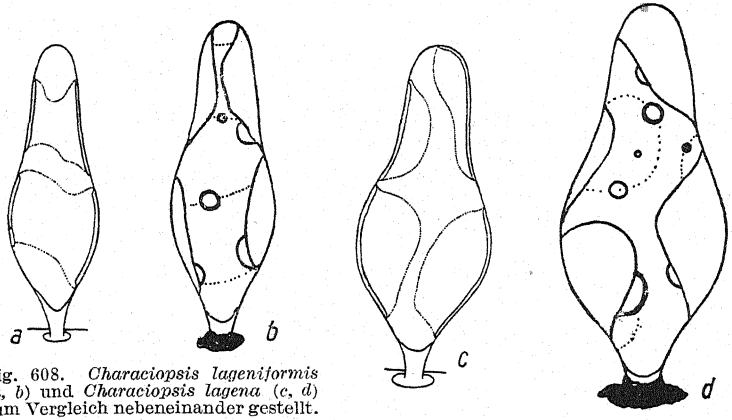


Fig. 608. *Characiopsis lageniformis* (*a*, *b*) und *Characiopsis lagena* (*c*, *d*) zum Vergleich nebeneinander gestellt.

Characiopsis lagena und *Characiopsis lageniformis* stehen einander außerordentlich nahe und unterscheiden sich nur durch die verschiedene Größe und die verschiedene Zahl der Chromatophoren. Gemeinsam ist ihnen auch das Vorkommen auf *Tribonema* und das Auftreten in Gräben, die im einen wie anderen Falle relativ reich an organischen Substanzen waren. Es ist nicht ausgeschlossen, daß zwischen beiden Arten eine genetische Beziehung obwaltet. So lange aber diese nicht nachgewiesen ist, müssen beide Arten getrennt geführt werden. Möglicherweise handelt es sich um Formen mit verschiedenen Chromosomenzahlen.

23. Characiopsis subulata Borzi (1895) (Fig. 609, 610).

Borzi, Stud. Algol. **2** (1895) 152. — Lemmermann, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 258 (exed. var. *ensiformis*). — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906) 101, Hft. 3. — Collins, Green Alg. N. Am. (1909) 100. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 60.

Syn.: *Characium subulatum* A. Braun, Gen. Alg. unic. (1855) 47. — De Toni, Syll. Alg. **2** (1889) 620.

Abb.: A. Braun, a. a. O. (1885) Taf. 47, Fig. 5 G. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 42b, S. 61. — Printz, H., Kgl. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4 (1916) Taf. 2, Fig. 121.

Zellen sehr verschieden gestaltet: Gestreckt ellipsoidisch-spindelförmig bis ellipsoidisch walzlich, meist schief, gerade, gekrümmt oder leicht S-förmig gebogen. Beide Flanken meist sehr verschieden, die eine oft mehr konvex, die andere oft mehr konkav. Zellen aus der Mitte gegen die Basis verschmälert und meist ohne deutliches Stielchen direkt in die relativ derbe Haftscheibe verschmälert. Nach vorne in eine scharfe, oft

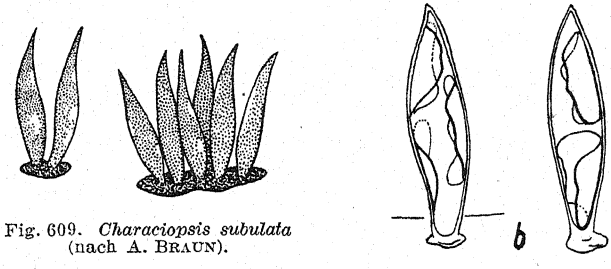


Fig. 609. *Characiopsis subulata* (nach A. Braun).

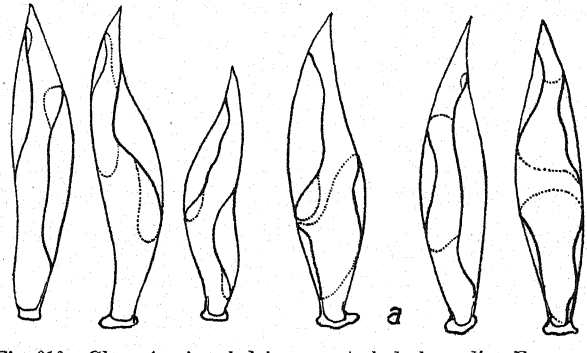


Fig. 610. *Characiopsis subulata: a* zart, *b* derbwandige Formen.

leicht abgebogene Spitze manchmal fast pfriemig verschmälert. Membran meist zart und auch an der Spitze nicht verdickt. Chromatophoren nur wenige, meist zwei bis vier, seltener sechs, sehr blaßgrün, wandständig und muldenförmig. Zoosporen zu zwei bis vieren in der Zelle gebildet, mit einem seitenständigen Chromatophoren und anderthalbmal körperlanger Hauptgeißel.

Zellen bis 20 μ lang, 4–6 μ breit. Schwärmer bis 6 μ lang, 2–3 μ breit.

Vorkommen: Sehr häufige Art, die auf den verschiedensten Fadenalgen lebt und einen sehr weiten ökologischen Spannraum besitzt, sowohl in extrem saueren (bis $p_H = 4{,}5$) wie auch in basischen Gewässern (8 p_H) vorkommend. Auf den Stengeln,

Blättern und Wurzeln von Wasserpflanzen; auf Fadenalgen (*Vaucheria*, *Oedogonium*, *Tribonema*, *Lenamea* usw.).

Es ist die Verfestigungsweise dieser Art zu überprüfen.

PRINTZ stellt in Krist. Protocc., Vidensk. Selsk. Skrift. I. Kl. Nr. 6, 1913, *Characiopsis subulata* zu *Characium*, nachdem auch WEST [Treatise of Brit. Freshwat. Algae S. 200 (1914)] diese Art zu *Characium* stellte und in seiner Fig. 80*c* sogar ein Pyrenoid einzeichnet. Was ich selber sah, ist typische *Characiopsis*. Es ist wohl so, daß eine konvergente *Characium*-Art vorhanden ist, die dann den Namen *Characium subulatum* behalten müßte. *Characiopsis subulata* müßte dann umbenannt werden ***(Characiopsis commutata).***

Mit *Characiopsis subulata* brachte LEMMERMANN das *Characium ensiforme* HERMANN in Verbindung. Dieses ist viel größer, 20–60 μ lang, oft wellig und manchmal leicht sichelförmig gekrümmt und besitzt außerdem ein kurzes Stielchen. Was ich von solchen typischen Formen sah, besaß Pyrenoid und Stärke und muß also zur Gattung *Characium* gezählt werden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß es auch große *Characiopsis subulata*-Formen gibt, die diesen *Characium ensiforme* weitgehend nahe kommen. Ich konnte sehr vereinzelt solche extrem lange *Characiopsis subulata*-Zellen sehen, die über 35 μ lang waren und dann tatsächlich dem *Characium ensiforme* sehr ähnlich sahen. Möglicherweise gibt es hier weitgehende Konvergenzen. Bemerkt sei, daß diese langen *Ch. subulata*-Formen nicht dem entsprechen, was WEST als *Characium ensiforme* bezeichnet hat. Diese WESTsche Form hat aber gar nichts zu tun mit dem *Characium ensiforme* HERMANNS. Sie wurde von PRINTZ als *Characium Westianum* bezeichnet. LEMMERMANN hat ferner die von GUTWINSKI als *Characium ensiforme* bezeichneten Formen aus Afrika[1]) zu *Characiopsis subulata* gestellt und sie als var. *linearis* (Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 259] bezeichnet. Es ist aber in keiner Weise gesichert, daß es sich dabei um eine *Characiopsis* überhaupt handelt. Die LEMMERMANNsche Varietät ist besser zu streichen.

24. Characiopsis difflugicola HUBER-PESTALOZZI (1925) (Fig. 611).

HUBER-PESTALOZZI, G., Arch. Hydrobiol. **16** (1925) 161.

Abb.: HUBER-PESTALOZZI, a. a. O. Fig. 7, S. 161.

---

[1]) GUTWINSKI, Ann. Biol. lac. **1** (1906) 2, Fig. 1.

Zellen einseitig spindelförmig mit einer gewölbten und einer mehr geraden Flanke, von der Rücken- oder Bauchseite gesehen mehr lanzettlich. Membran, nach den Zeichnungen, ziemlich derb. Viele kleine scheibchenförmige Chromatophoren. Die beiden Enden der Zelle ziemlich spitz. Zellen mit einem Ende auf den Gehäusen von *Difflugia globulosa* sitzend, vielleicht unter Vermittlung einer leichten Verbreiterung oder Ausziehung des Endes (Stielchenbildung). Vermehrung und andere Stadien nicht gesehen.

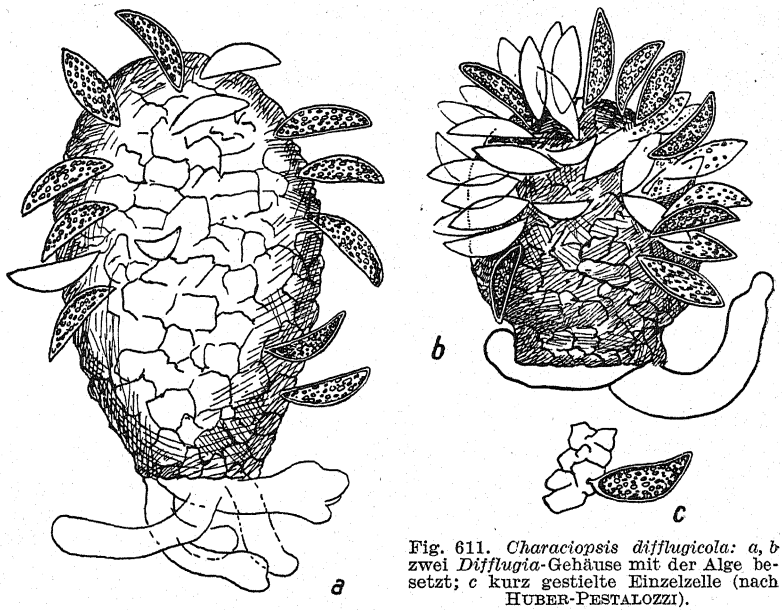


Fig. 611. *Characiopsis difflugicola: a, b* zwei *Difflugia*-Gehäuse mit der Alge besetzt; *c* kurz gestielte Einzelzelle (nach HUBER-PESTALOZZI).

Zellen an den einzelnen Standorten etwas in der Größe schwankend, meist 23–26 μ lang und 6–8 μ breit. Aus dem Beetsee nur 15–15,6 μ messend.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus den Grundwasserteichen des Andelfinger-Seengebietes in der Schweiz.

Diese sowohl morphologisch wie auch biologisch durch ihren Epiphytismus interessante *Characiopsis*-Art bedarf sehr eines weiteren eingehenden Studiums, ebenso wie alle auf Planktonorganismen wachsenden Arten (*Characiopsis anabaenae*, *acuta* usw.).

Da alle diese planktontischen Organismen nur zeitweise auftreten, ist anzunehmen, daß sich auch ihre Epiphyten in ihrer Lebensweise auf dieses periodisches Erscheinen eingestellt haben.

25. Characiopsis ovalis CHODAT (1925) (Fig. 612, 613).

CHODAT, R., in POULTON: Etude sur les Hétérokontes. Thèse 777 fac. Sc. Univ. Genève (1925) 32. — POULTON, New Phytol. **25** (1926) 314.

Syn.: *Monodus ovalis* CHODAT, Monograph. d'algu. cult. pur. (1913) 182 bis 185. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 51.

Abb.: CHODAT, R., a. a. O. (1913) Fig. 153, 154, S. 184, Fig. 156, S. 183, Fig. 159, S. 185. — PASCHER, a. a. O. (1915) Fig. 30a, S. 49. — POULTON, a. a. O. (1925) Fig. V, S. 33, Fig. VI, S. 35. — POULTON, a. a. O. (1926) Fig. V, S. 316, Fig. VI, S. 317, Fig. VII, S. 318.

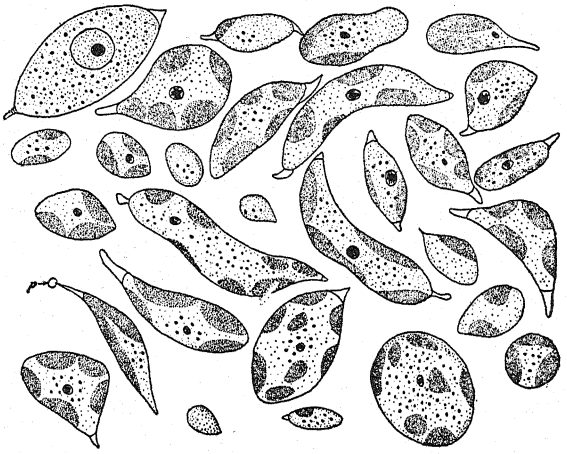


Fig. 612. *Characiopsis ovalis*, verschiedene Zellformen (nach POULTON).

Zellen frei wie festgewachsen vorkommend, kurz ellipsoidisch bis etwas länglich, auch plump und oft recht unregelmäßig spindelförmig, nach vorne meist leicht verschmälert, basal oft mit einem kurzen Stielchen, das manchmal derb ist und auch knöpfchenartig verbreitert sein kann. Chromatophoren meist nur einer oder zwei, seltener in größeren Zellen drei oder mehrere. Rote Öltropfen gelegentlich vorhanden. Vermehrung durch Bildung von Autosporen und Schwärmern mit auffallend langer Nebengeißel, die ungefähr die Hälfte der Hauptgeißel mißt. Schwärmer wie Autosporen zu 2 oder 4 gebildet. Leben die Zellen frei, so ist das eine Ende der Zelle scharf spitz.

Zellen 8–15 μ lang, 4–7 μ breit.

Vorkommen: Bislang aus der Schweiz. Sicher sehr verbreitete und mehr aerophile Alge (nur in Reinkulturen), Genf.

Die Stellung der Alge ist recht fraglich und ihre Zugehörigkeit zu *Characiopsis* nicht ausgemacht. Im Freilande sah ich

nur die freilebende *Monodus*-artige Ausbildung. POULTON hat in ihren Kulturen festsitzende Formen erzielt. Es sei darauf hingewiesen, daß auch sonst freilebende Heterokonten, wie z. B. *Vischeria*, gelegentlich gestielte Formen ausbilden können. Solche Algen, die sich gelegentlich festheften können, gibt es auch unter den Chlorophyceen.

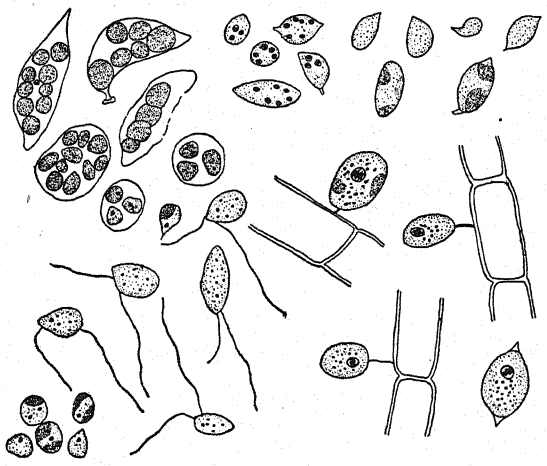


Fig. 613. *Characiopsis ovalis*, Autosporen und Schwärmerbildung (nach POULTON).

26. Characiopsis minuta LEMMERMANN (haud BORZI). (Fig. 614, 615).

LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 257. — COLLINS, Green. alg. N. Am. (1909) 199. — HEERING, Jahrb. wiss. Staatsanst. Hambg. **23** (1906) 101. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 62 u. T.

Syn.: *Characium minutum* A. BRAUN in litt. 1848, in KÜTZING, Spec. Alg. Abt. 997 (1849); Alg. unicell. gen. (1855) 46. — DE TONI, Syll. Alg. Bd. I, 2 (1885) 623. — HANSGIRG, Prod. Alg. Böhm. **1** (1886) 123.— *Characium acutum* BR. SCHRÖDER, Forsch.-Ber. Biol. Stat. Plön **6**, S. 22. — *Characium tenue* HERMANN, Rabenhorst Beiträge Nr. 1, 1. — *Characium ambiguum* HERMANN, a. a. O. S. 26.— *Characium subulatum* WEST, Treat. Brit. Freshw. Alg. S. 200. — Nicht: *Characiopsis minuta* im Sinne BORZIS = *Characiopsis Borziana*.

Abb.: A. BRAUN, a. a. O. (1855) Taf. 5, Fig. 1–15. — LEMMERMANN, a. a. O. (1914) Fig. 4, 5. — SCHRÖDER, Forsch.-Ber. Biol. Stat. Plön Bd. **6**, T. 1, Fig. 4 (siehe LEMMERMANN). — COLLINS, a. a. O. (1909) Taf. 1, Fig. 6 (fide LEMMERMANN). — HERMANN, a. a. O. Taf. 7, Fig. 9*a–b*, 10 (siehe LEMMERMANN). — Was im Treat. Brit. Freshw. Alg. Aufl. 2, S. 308, Fig. 129*A* als *Ch. minuta* abgebildet ist, bezieht sich vielleicht auf *Characiopsis minor*.

Zellen meist etwas schief; gestreckt ellipsoidisch bis gestreckt eiförmig oder spindelförmig, manchmal leicht bohnenförmig gekrümmt, basal manchmal leicht verschmälert und mit einem deutlichen, manchmal derben Stielchen versehen, das bei der typischen Form basal kaum in ein Scheibchen verbreitert ist. Membran sehr zart, an der Spitze meistens etwas verdickt und besonders an jenen Zellen, welche vorne stärker verschmälert sind, ein kleines, oft scharfes, manchmal leicht gekrümmtes Spitzchen bildend. Chromatophor auch in erwachsenen Zellen meist nur einer, die beiden Enden freilassend, oft der konvexeren Seite der Zelle anliegend, und nur die Hälfte des Querumfanges auskleidend. Vermehrung durch Bildung von meistens vier Schwärmern.

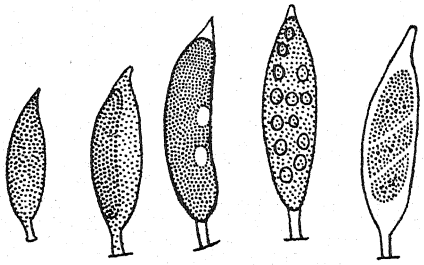


Fig. 614. *Characiopsis minuta* (nach A. Braun).

Zellen 12–20 μ lang, bis 7 μ dick.

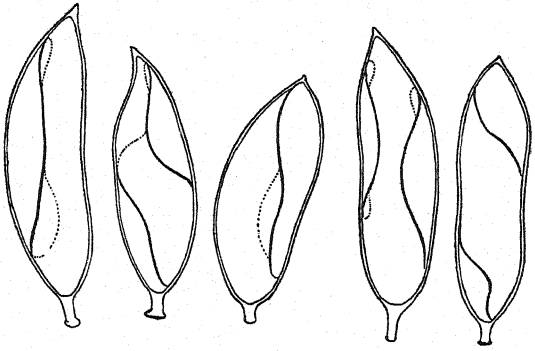


Fig. 615. *Characiopsis minuta.*

Vorkommen: Sehr verbreitete, leicht zu übersehende Form, die meistens in großen Mengen auftritt und einen ökologisch sehr weiten Spielraum hat. Auf Diatomeen, auch auf Fadenalgen (*Oedogonium*, *Cladophora* u. a.).

Characiopsis minuta Lemmermann ist das *Characium minutum* A. Braun, während die Form, die von Borzi als identisch mit *Characium minutum* erklärt und von ihm als *Characiopsis*

minuta bezeichnet wurde, davon verschieden ist [*Characiopsis Borziana* (s. S. 746)].

Die Varietät *disciculifera*[1]) [*Characium minutum* A. BRAUN var. *disciculiferum* WITTROCK in WITTROCK et NORDSTEDT Nr. 495, fasc. 21, S. 24; HANSGIRG, Prodrom. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 123] hat ein knöpfchenförmig verdicktes Stielchen.

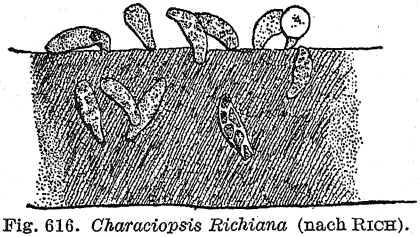


Fig. 616. *Characiopsis Richiana* (nach RICH).

Von Fl. RICH werden zu *Characiopsis minuta* südafrikanische Formen gestellt, die ich in Gräben am Neusiedler-See auf Spirogyren, Oedogonien und Bulbochaeten wiederfand. Die Zellen sind sehr plump und sitzen fast stiellos mit der etwas verdickten Membran fest, die im übrigen zart und gelegentlich rot verfärbt ist. Die Zellen sind meist leicht bis hakig gekrümmt, nach vorn verschmälert, nie abgerundet, stumpf und gegen die Basis leicht verschmälert. Dabei sind sie unregelmäßig, spindel- bis wurstförmig, oft einseitig ausgebaucht oder ein- oder mehrmal leicht eingezogen. Chromatophoren 3–10, scheibchenförmig. Vermehrung nicht gesehen.

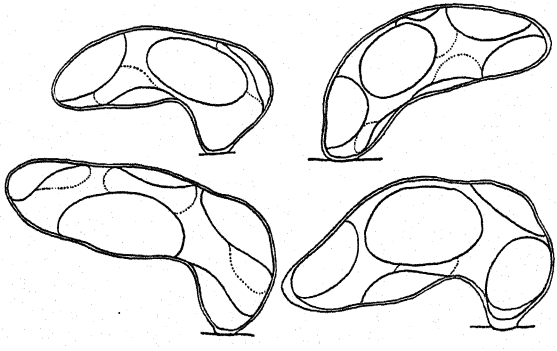


Fig. 617. *Characiopsis Richiana.*

Die Art hat mit *Characiopsis minuta* nichts zu tun. Durch ihre oft hakenförmige Gestalt leitet sie, wie *Characiopsis saccata*, zur Gattung *Dioxys* über. Sie sei vor der Hand als ***Characiopsis Richiana*** bezeichnet (Fig. 616, 617). (5–8 μ: 10–16 μ).

[1]) Von HEERING zu seiner *Characiopsis minuta* = *Ch. Borziana* gestellt.

In die Verwandtschaft von *Ch. minuta* gehört folgende, sehr kleine Form:

27. Characiopsis minutissima (Fig. 618).

Zellen plump und meist recht einseitig spindelförmig, höchstens zweimal so lang als breit, meist deutlich einseitig ausgebaucht, nach vorne manchmal fast geradlinig verschmälert, basal mit einem kurzen Stielchen, das nicht scharf abgesetzt ist. Membran verhältnismäßig derb, vorne in ein kleines Spitzchen verdickt. Chromatophor zumeist einer, in größeren Zellen zwei, groß, muldenförmig und wandständig.

Zellen 6–9 μ groß, 4–6 μ dick.

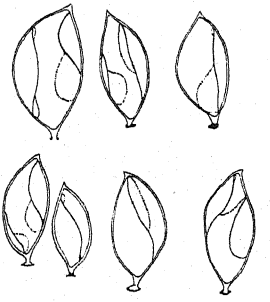


Fig. 618. *Characiopsis minutissima.*

Vorkommen: Leicht zu übersehende Form kalkhaltiger Gewässer: auf *Cladophora*, Steinen und submersen Stengelteilen. Bislang aus Bächen der Karawanken. Vielleicht kalkhold.

28. Characiopsis minor Pascher (1925) (Fig. 619).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 65. — Croasdale, H., Fresh. Wat. Alg. Woods Hol. Massach. — Univ. Pennsyl. Chapter Sigma XI (1935) 35. — Huzel, C., Veröffentl. Württemb. Landesstelle Naturschutz **17** (1936/7) Heft 13, S. 107.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) S. 65, Fig. 49. — Huzel, C., a. a. O. (1936/7) Taf. 8, Fig. 30.

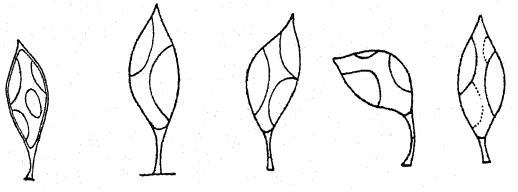


Fig. 619. *Characiopsis minor.*

Zellen sehr verschieden gestaltet, im allgemeinen schief eiförmig bis breit spindelförmig, sehr unregelmäßig und sehr schief verschmälert, geradestehend oder leicht bis fast rechtwinklig vom Stiele ab gekrümmt. Basal in ein langes, fast bis drei Viertel der Zelldicke messendes Stielchen verschmälert, das sich aus der Mitte heraus wieder etwas und allmählich verbreitert

und meist ohne eigentliches Haftscheibchen aufsitzt. Zellen nach vorne meist schon aus halber Länge sehr scharf und oft bogig spitz verschmälert. Membran sehr zart. Chromatophoren 2–3, seltener 4, sehr blaß und manchmal fast farblos erscheinend. Zellen sehr klein.

Zellen ohne Stiel 10–15 μ lang, 6–8 μ breit.

Vorkommen: Meistens auf Zygnemalen, speziell *Zygnema* festsitzend, wobei die Länge des Stielchens zum Teil von der Dicke der Gallerthülle der Fadenalge abhängt. Böhmen, Württemberg (HUZEL). U. S. A.

Soweit beobachtet aus ziemlich saueren Gewässern mit einem p_H-Wert von 4, 5–6. *Characiopsis minor* sieht *Characiopsis acuta* sehr ähnlich, ist aber kaum halb so lang und unterscheidet sich, abgesehen davon, auch durch die eigenartige Stielbildung und durch den Mangel eines differenzierten Haftscheibchens. Ich glaube nicht, daß sie mit *Characiopsis acuta* näher verwandt ist.

29. Characiopsis acuta BORZI (1895) (Fig. 35k, S. 42, 620, 621).

BORZI, Studi algol. **2** (1895) 153. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Nr. 3 (1906) 104. — LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 257. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 65. — COLLINS, Green Alg. N. Am. (1909) S. 99. — HUZEL, C., Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz **17** (1936/7) 107.

Syn.: *Characium acutum* A. BRAUN, Alg. unic. gen. (1855) 41. — KIRCHNER, Alg. Schles. S. 101. — HANSGIRG, Prodrom. Algfl. Böhm. **1** (1886–88) 123. — WOLLE, Freshwat. Alg. U.S.A. S. 177. — *Hydrianum acutum* RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1868) 87.

Abb.: BRAUN, a. a. O. (1855) Taf. 5, Fig. C. — PRINTZ, Kgl. Norsk. Vid. Selsk. Skrift. Kl. I, 1913 (1914) Nr. 6, Taf. III, Fig. 75; Kgl. Norsk. Vid. Selskr. 1915, Nr. 4 (1916) Taf. 2, Fig. 88–93. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 48, S. 65. — WOLLE, a. a. O. Taf. 159, Fig. 2. — HUZEL, a. a. O. (1936/7) Taf. 8, Fig. 30.

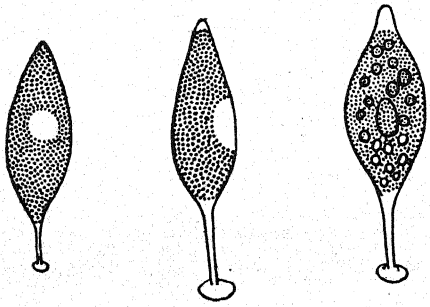


Fig. 620. *Characiopsis acuta* (nach A. BRAUN).

Zellen eiförmig, spindelig bis ei-spindelförmig bis verkehrt ei-spindelförmig, oft schief oder leicht gekrümmt, manchmal mit unsymmetrischen Flanken. Meist aus der Hälfte heraus beidseits

lang, oft bogig verschmälert und vorne spitz bis stumpflich. Zelle basal in den langen, verdünnten, geraden oder leicht gekrümmten Stiel verjüngt, der bis über die halbe Zellänge messen kann und ein deutliches, scharf abgesetztes Haftscheibchen besitzt. Membran relativ zart, manchmal an der Spitze verdickt. Chromatophoren einer oder zwei, relativ

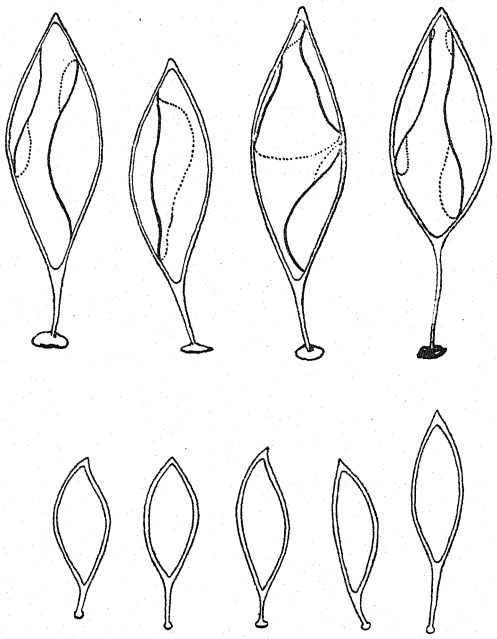


Fig. 621. *Characiopsis acuta* (untere Reihe var. *Schroederi* — nach PRINTZ).

groß, wandständig, muldenförmig, manchmal gelappt, nicht selten fast farblos. Vermehrung durch die Bildung von 2 oder 4 Schwärmern, die nur einen Chromatophoren besitzen und deren Hauptgeißel bis zweimal so lang ist wie der Protoplast Nebengeißel ca. ein Drittel davon. Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen mit dem Stiel 15–28 μ lang, 6–10 μ breit.

Vorkommen: Durch das ganze Gebiet meist verbreitete Form, die, soweit ich sah, speziell im Herbst und Frühling auf zahlreichen Algen und auch auf planktontischen Krebsen vorkommt, ohne daß ich aber sagen kann, inwieweit die auf Krebsen lebenden Formen völlig identisch sind mit ersteren.

Von PRINTZ wird zu *Characiopsis acuta* gestellt:

var. ***Schroederi*** PRINTZ, Norsk. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4 (1916) 20.

Syn.: *Characium acutum* SCHRÖDER, Forsch.-Ber. Stat. Plön. **6** (1898) 22.

Abb.: SCHRÖDER, a. a. O. Taf. 1, Fig. 104. — PRINTZ, a. a. O. Taf. 2, Fig. 94–113.

Zellen oft schief am Stiel sitzend, meist unregelmäßig gestaltet; Scheitel scharf zugespitzt und hier die Membran verdickt. Basal gehen die Zellen allmählich in den Stiel über, wie sie überhaupt von der Mitte aus beidseits deutlich verschmälert sind. Stiel ein Achtel bis die Hälfte so lang wie die Zelle. Stielchen basal verdickt. (Fig. 621, untere Reihe).

Zellen 21–28 μ lang (ohne Stiel), 8–10 μ breit.

Vorkommen: Sibirien und Riesengebirge.

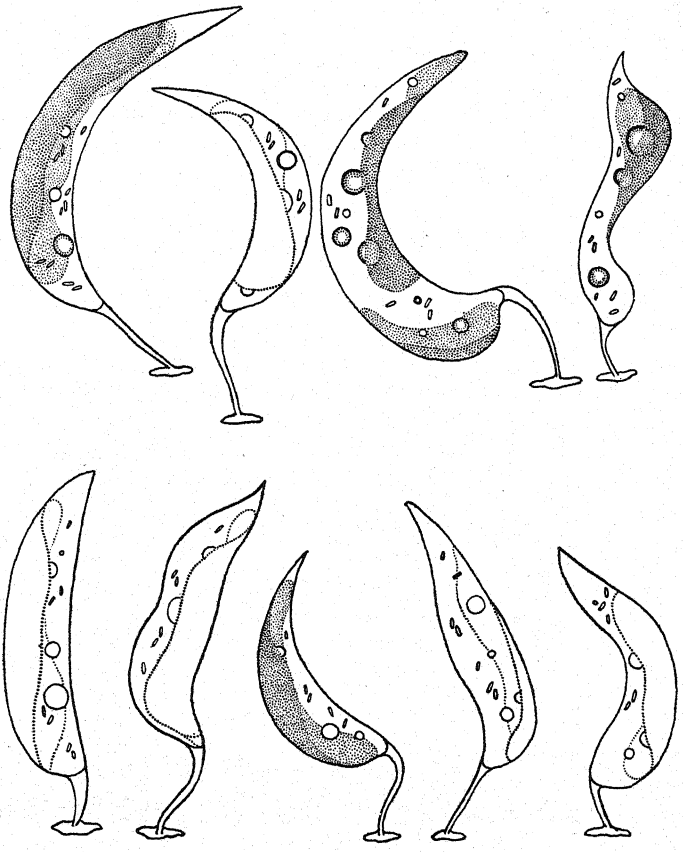


Fig. 622. *Characiopsis lunaris.*

30. Characiopsis lunaris (Fig. 622).

Zellen recht verschieden geformt, bis fünfmal so lang als breit, immer deutlich, oft fast halbkreisförmig gekrümmt, mit einer mehr gleichmäßigen und einer deutlich einseitig vorgewölbten Flanke, nach vorne gleichmäßig und lange verschmälert und spitz oder seltener stumpf endend. Manchmal wiederholt buckelig aufgetrieben und dadurch ein- oder mehrmals eingeschnürt. Basis der Zellen mehr oder weniger rasch und einseitig in den Stiel, der ein Drittel bis ein Viertel der Zelle mißt, zusammengezogen. Stiel sich gegen seine Basis oft verdünnend und mit einem deutlichen Haftscheibchen versehen. Membran sehr zart. Chromatophor einer, groß, mulden-rinnenförmig, meist der gewölbteren Flanke der Zelle anliegend, gelegentlich gelappt, oft recht blaß, manchmal zwei, dann recht ungleich groß. Vermehrung durch 2–4 Schwärmer mit Augenfleck und stummelförmiger Nebengeißel. Sporen nicht gesehen.

Zellen 12–22 μ lang, bis 6 μ breit.

Vorkommen: In großen Mengen und dichten Gruppen auf *Rhizoclonium*, Holzstücken, Steinen, Moosen (*Drepanocladus*) aus dem Hirschberger Großteich i. B., einmal auf einer verkümmerten *Cladophora* vom Bodensee (zwischen Nonnenhorn und Bad Schachen).

31. Characiopsis sphagnicola (Fig. 623).

Zellen sehr gestreckt walzlich, vielmals länger als breit, gerade bis leicht gekrümmt, nach vorne allmählich, oft einseitig verschmälert, basal ganz allmählich in den langen, zarten, meist exzentrischen Stiel verschmälert, der immer ein deutliches Haftscheibchen hat. Membran sehr zart, am Ende der Zelle nicht verdickt. Chromatophor einer, lang und rinnenförmig, die eine Längsflanke auskleidend, manchmal schief bandförmig, oft sehr blaß. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen bis 12–23 μ lang, meist um 15–20, 3–5 μ dick.

Vorkommen: Bis jetzt nur auf den grünen Zellen submerser Torfmoose gesehen, wobei nicht gesagt sein soll, daß es sich um einen spezialisierten *Sphagnum*-epiphyten handle. Aus dem Torfmoore „Tote Au" bei Tusset im Böhmerwald; in einer kleineren, zarteren Form aus einem Flachmoore in Oberösterreich, aus den Musikantenteichen bei Hirschberg i. B. (nach Skizzen von P. Petrová).

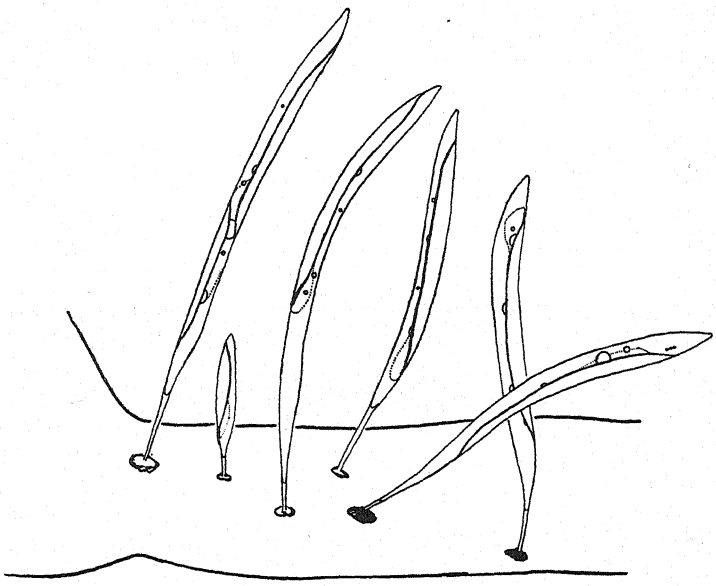


Fig. 623. *Characiopsis sphagnicola*; verschieden alte und verschieden gestaltete Zellen auf einer grünen Blattzelle von *Sphagnum*.

32. Characiopsis saccata CARTER, N. (1919) (Fig. 624).

CARTER, U., New. Phytol. **18** (1919) 183.

Abb.: CARTER, a. a. O. (1919) Fig. 2, S. 182.

Zellen immer einseitig entwickelt, meist mit deutlicher Rücken- und Bauchseite, gestreckt und oft unregelmäßig spindelförmig, beidseits schief verschmälert, gerade oder gekrümmt, manchmal fast quer zum Stiele entwickelt und manchmal eigenartig dreieckig. Basal in ein sehr kurzes, mit einem kleinen Scheibchen versehenes Stielchen verschmälert. Membran zart. Chromatophoren in der Jugend einer, schließlich sehr viele. Zellen im Alter vielkernig. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen 20–50 μ lang, 10 μ dick.

Vorkommen: In der typischen Form bis jetzt nur aus England. In sehr ähnlichen, aber etwas derberen Formen in Böhmen gesehen.

Bei dieser Art können wie bei *Characiopsis Richiana* (s. S. 758) ganz horizontal gestellte Zellen vorkommen, die lebhaft an *Characiopsis „horizontalis“* erinnern. Aller Wahrscheinlichkeit stellt *Ch. horizontalis* nur eine solche abweichende Form dar. Bemerkenswert sind die eigenartigen, dreieckigen

Formen (siehe Fig. 624*c*, *d*, *f*). Sie erinnern lebhaft an die Gattung *Dioxys* (siehe S. 788) und zeigen vielleicht die nahe Verwandtschaft zwischen *Dioxys* und *Characiopsis* an, vorausgesetzt, daß CARTER reines Material hatte.

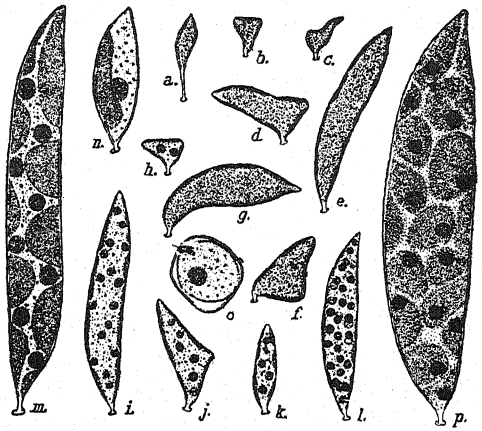


Fig. 624. *Characiopsis saccata:* Verschieden alte und verschieden gestaltete, bei *m–p* vielkernige Zellen; *o* optischer Querschnitt durch eine Zelle (nach CARTER N.).

33. Characiopsis spina (Fig. 625).

Syn.: *Characiopsis minor* im Sinne HUZELS, C., Veröff. Landesstelle Württ. Landesschutz **17** (1936/7) 107.

Abb.: HUZEL, C., a. a. O. (1936/7) Taf. 8, Fig. 35.

Zellen ausgesprochen verkehrt eiförmig bis eiförmig, meist plump, nach vorne gleichmäßig, manchmal schief verschmälert

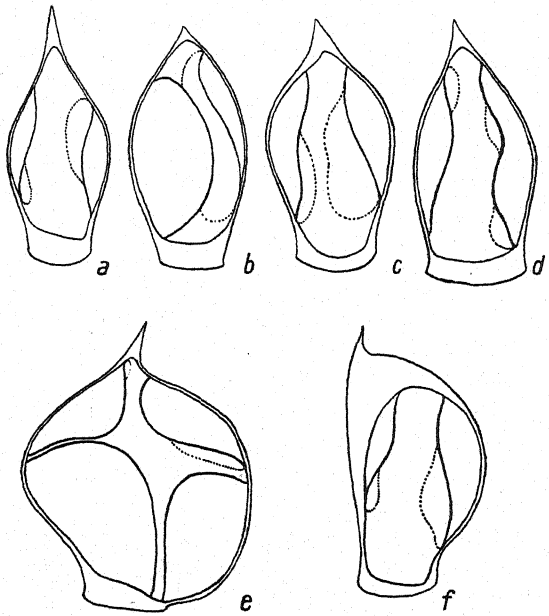


Fig. 625. *Characiopsis spina: a–d* typische Ausbildung; *e, f* abweichende Ausbildungen.

und hier oft mit einem sehr kräftigen und manchmal auffallend langen Membranstachel ausgezogen. Nach dem Grunde zu meist leicht verschmälert und dann in einen kurzen, derben, nicht scharf abgesetzten Stiel verbreitert, der manchmal Schichtung zeigt. Membran oft derb. Chromatophoren bei typischer Ausbildung immer zwei, gegenständig und wandständig, meist ziemlich groß und muldenscheibchenförmig. Vermehrung durch Bildung von zwei Schwärmern mit Stigma und einer ungefähr ein Drittel der Hauptgeißel messenden Nebengeißel. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen bis 20 μ lang, bis 8 μ breit.

Vorkommen: Württemberg aus den *Drepanocladus-*, *Nitella-*, *Utricularia-*Rasen der Neuen Hülbe bei Böhmenkirch (Alb.). Aus Straßengräben bei Honetschlag im Böhmerwald mit ähnlicher Flora. Aus einem stark verlandeten Donaualtwasser bei Mauthausen in Oberösterreich.

Die Zellen können gelegentlich sehr abenteuerliche Formen annehmen, sich einseitig ausbauchen oder ganz unregelmäßig werden (Fig. 625*e*, *f*).

34. Characiopsis spinifer Printz (1914) (Fig. 626, 627).

Printz, Kristian. Protococ.; Videnskabs. Skrifter, I. Kl., Nr. 6 (1914) 44. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 60.

Abb.: Printz, a. a. O. (1914) Taf. 3, 84–87. — Pascher, a. a. O. (1925) 59, Fig. 39*b–d*.

Fig. 626. *Characiopsis spinifer* (nach Printz). (Sehr schwache Vergrößerung.)

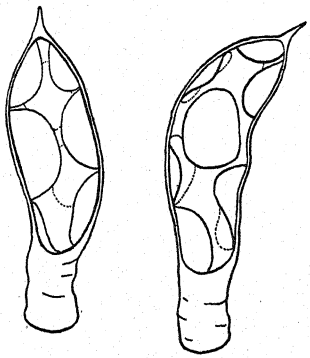


Fig. 627. *Characiopsis*, wahrscheinlich zu *spinifer* gehörig, mit derbem, geschichtetem Stielchen.

Zellen ohne abgesetzten Stiel direkt auf dem etwas verbreiterten und verdickten Haftscheibchen aufsitzend. Ellipsoidisch bis leicht eiförmig-ellipsoidisch, oft schief und dann die eine Längsflanke stärker konvex als die andere. Membran

gleichmäßig dick, vorn in einen, manchmal sehr feinen, nicht scharf abgesetzten und am Grunde nicht knöpfchenförmig verdickten Stachel ausgezogen, der in die Längsachse der Zelle fällt. Chromatophoren mehrere, relativ groß und scheibchenförmig. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen 22–30 μ lang, 7–9 μ breit; Dorn 3–6 μ lang.

Zu *Characiopsis spinifer* gehören vielleicht auch Formen, die leicht gekrümmt, sonst mit der typischen Ausbildung übereinstimmen, aber ein kurzes, derbes, und kaum zu einem Haftscheibchen verbreitertes, manchmal deutlich geschichtetes Stielchen besitzen.

Vorkommen: Bis jetzt in der typischen Form nur aus Norwegen und Sibirien (Printz). In der nicht ganz übereinstimmenden, gestielten Ausbildung aus dem Böhmerwalde und der Schweiz (Graben bei Leysin), auf verschiedenen Fadenalgen, speziell *Oedogonium* und *Tribonema* in leicht saueren Gewässern (Pascher).

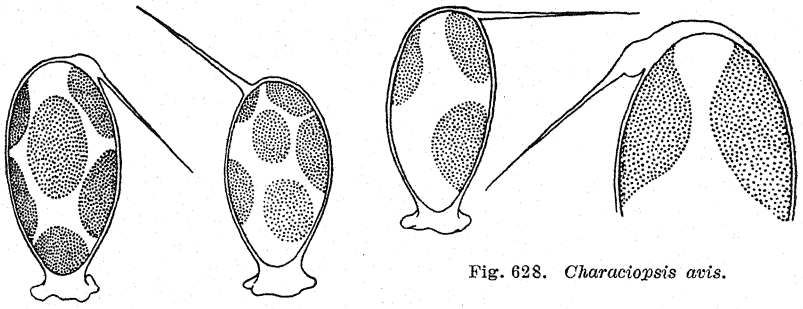


Fig. 628. *Characiopsis avis.*

35. Characiopsis avis Pascher (1925) (Fig. 628).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 60.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) 59, Fig. *d–e*.

Zellen ellipsoidisch, gerade oder schief, sehr häufig ungleichseitig, mit verschieden konvexen Längsflanken. Basal häufig verschmälert und dort direkt ohne eigentlichen Stiel übergehend in das derbe, wenig verbreiterte Haftscheibchen. Membran relativ derb; oben in einen scharf abgesetzten, langen, geraden, gleichmäßig und scharf zugespitzten Stachel ausgezogen, der nicht in die Längsachse fällt, sondern seitlich schief oder unter Umständen fast horizontal oder fast nach abwärts absteht, am Grunde nicht selten knöpfchenartig verdickt ist und länger als die halbe Zelle werden kann. Chromatophoren meh-

rere, bis 10, scheibchenförmig. Vermehrung nicht beobachtet. Länge 12–23 μ, Breite 6–9 μ.

Vorkommen: Auf verschiedenen Fadenalgen (*Oedogonium*, *Rhizoclonium*) aus leicht moorwasserhältigen Gewässern des südlichen Böhmerwaldes (Mugrau).

Diese Art sieht der *Characiopsis spinifer* sehr ähnlich. Diese besitzt aber einen kürzeren und gerade aufrecht stehenden Stachel und ist auch größer. Dabei ist der Membrandorn bei *Characiopsis spinifer* meist nicht scharf abgesetzt, sondern geht gleichmäßig aus der vorderen Zellverschmälerung heraus.

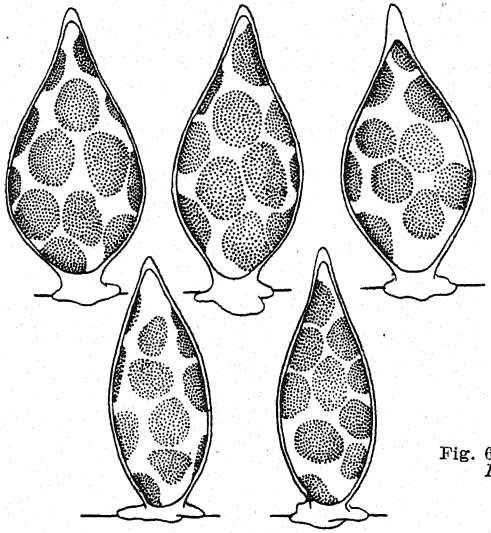


Fig. 629. *Characiopsis Heeringiana.*

36. Charciopsis Heeringiana Pascher (1925) (Fig. 629, 630).

Pascher Süßwasserfl. **11** (1925) 63.

Syn.: *Characiopsis turgida* forma Heering, Süßwasseralg. Schlesw.-Holst.; Jahrb. Hamb. wiss. Anst. **23** (1906) Nr. 3, S. 103. — *Characiopsis turgida* var. *holsatica* Lemmermann, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 257.

Abb.: Heering, a. a. O. (1906) 102, Fig. 8*a*. — Pascher, a. a. O. (1925) 63, Fig. 44. Boye-Petersen, Bot. Tidsskr. **42**, Fig. 8 S. 28 (??)

Zellen eiförmig bis breit eiförmig, gerade oder schief, manchmal auch leicht gekrümmt; nach vorne gleichmäßig verschmälert, basal rasch in ein kurzes, scheibchenförmiges Stielchen zusammengezogen, das sich in ein kleines Haftscheibchen verbreitert. Membran relativ derb, vorne in ein kleines, oft gekrümmtes,

stumpfes Spitzchen ausgezogen. Chromatophoren sehr zahlreich, klein, oft sehr unregelmäßig.

Zellen bis 30 μ lang, 18–12 μ dick.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Schleswig-Holstein (Pinneberg) und aus dem Böhmerwalde beobachtet. Hier auf *Oedogonium* in kleinen Wassertümpeln.

Neben dieser kleinen Form mit kleinen Chromatophoren tritt auch eine deutlich größere — 40 μ lang, 20 μ breit — Form auf, die deutlich gestielt ist. Ich vermag nicht zu sagen, ob diese beiden Ausbildungen spezifisch gleich sind. Auch HEERING erwähnt solche Formen. Sie seien hier vor der Hand als var. ***maior*** bezeichnet (Fig. 630).

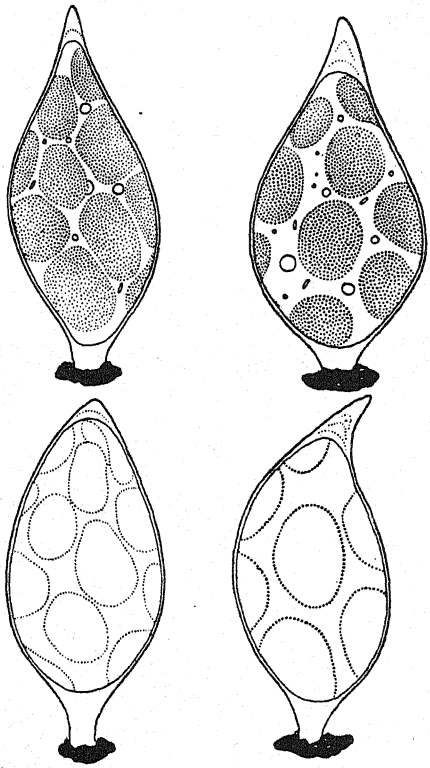


Fig. 630. *Characiopsis Heeringiana* var. *maior*.

37. Characiopsis grandis PASCHER (1925) (Fig. 631).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 61.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) 61, Fig. 42*a*.

Zellen sehr groß, ellipsoidisch-spindelförmig, nach vorne aus der Mitte gleichmäßig, manchmal schief in das spitze Ende verschmälert. Nach abwärts ebenfalls gleichmäßig verschmälert und hier direkt ohne Stielbildung einem verbreiterten Haftscheibchen aufsitzend. Zellen manchmal schief, manchmal sogar leicht gebogen. Membran im allgemeinen zart, manchmal leicht rötlich gefärbt. Chromatophoren sehr zahlreich, bis 30 und noch mehr. Vermehrung nicht beobachtet. In einem Falle kamen in den Zellen zartwandige, kugelige Autosporen zur Beobachtung, die in größerer Anzahl (anscheinend zu 16) ge-

bildet waren. Weiteres Verhalten dieser Autosporen nicht beobachtet.

Zellen bis 40–90 μ lang, bis 10–17 μ breit; in bezug auf Volumen vielleicht die größte sichere *Characiopsis*-Art.

Vorkommen: Auf verschiedenen Algen bis jetzt zweimal gefunden: Langenbrucker Teich im Böhmerwald, auf angetriebenen Algenwatten. — Graben bei den Riddagshauser Teichen bei Braunschweig. Beide Male vor allem auf *Rhizoclonium*, *Oedogonium* und *Tribonema* (nach Skizzen von KNOTT-SIGMOND).

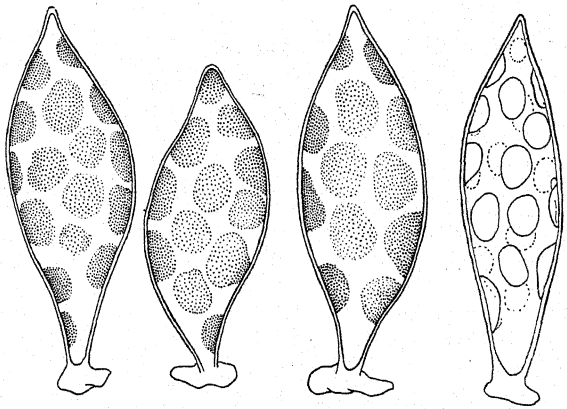


Fig. 631. *Characiopsis grandis.*

Characiopsis grandis sieht der *Characiopsis subulata* BORZI ein wenig ähnlich, ist aber bis dreimal so groß und fällt vor allem schon durch die zahlreichen Chromatophoren auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese großen Formen ähnlich wie es CARTER für *Characiopsis Naegelii* und *Characiopsis saccata* nachgewiesen hat, mehrkernig sind. Möglicherweise besteht eine genetische Beziehung zu *Characiopsis subulata* ähnlich wie es bei *Characiopsis lageniformis* und *Characiopsis lagena* der Fall sein kann.

38. Characiopsis turgida WEST et G. WEST (Fig. 632, 633).

W. WEST et G. WEST, Journ. of Bot. **41** (1903) 77; Brit. Freshw. Algae (1904) 251. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906) Hft. 3, S. 102. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 63.

Abb.: WEST, Journ. of Bot. **37**, Taf. 395, Fig. 7. — G. WEST, Journ. of Bot. **37**, S. 222, Fig. 395. — WEST et FRITSCH, Treatise Brit. Freshw. Algae,

Aufl. 2 (1927) 308, Fig. 129 *B–D*. — HEERING, a. a. O. (1906) 62, Fig. 8*b–c* (Kopie nach WEST, nicht Fig. 8*a* = *Ch. Heeringiana*). — PASCHER, a. a. O. Fig. 43*b*, S. 62 (Kopie nach WEST). — COLLINS, Green Alg. N. Am. Taf. 1, Fig. 6 (nach LEMMERMANN).

Zellen in der Form schwankend. In den allermeisten Fällen ellipsoidisch-walzlich oder ellipsoidisch leicht eiförmig bis verkehrt eiförmig nach vorn verschmälert. Mehr walzliche Formen sind an den beiden Enden kurz und gleichmäßig verschmälert, so daß sie im optischen Schnitte fast gestreckt sechseckig erscheinen; basal in ein sehr kurzes, derbes Stielchen zusammengezogen, das ein kräftiges Haftscheibchen hat; manchmal fast

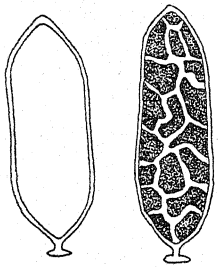


Fig. 632. *Characiopsis turgida* (nach WEST).

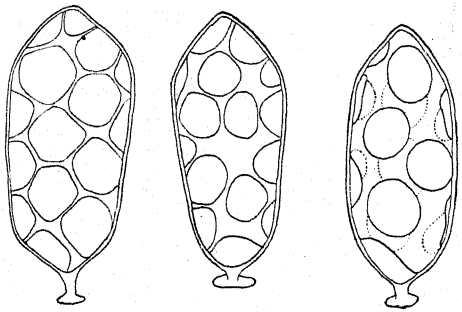


Fig. 633. *Characiopsis turgida.*

direkt dem Haftscheibchen aufsitzend. Membran derb, auch an der Spitze kaum verdickt. Chromatophoren zahlreich, groß, wandständig und oft polygonal aneinanderschließend; dadurch recht unregelmäßig gestaltet. Vermehrung und andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen 30–50 μ lang, 10–18 μ breit.

Vorkommen: In saueren, oft torfigen Gewässern auf verschiedenen Fadenalgen. Bis jetzt aus Böhmen (Swamp am Hirschberger Großteich, kleine Kolke bei der Nataliequelle bei Franzensbad) beobachtet. Zuerst aus England beschrieben (WEST).

Die var. *Holsatica* LEMMERMANN entspricht der *Characiopsis Heeringiana* (siehe S. 767).

39. Characiopsis sublinearis PASCHER (1925) (Fig. 634).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 67.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) 67, Fig. 51*a*.

Zellen sehr gestreckt, fast walzlich ellipsoidisch, manchmal leicht gekrümmt bis geschlängelt oder wellig, manchmal etwas schief, vorne ohne Verschmälerung abgerundet, basal allmählich in das Stielchen verschmälert, das relativ zart ist, kaum ein Sechstel der Zelle mißt und ein kleines Haftscheibchen ausbildet. Membran zart. Chromatophoren mehrere bis viele, manchmal sternförmig gelappt. Zellen im Alter sicher mehrkernig.

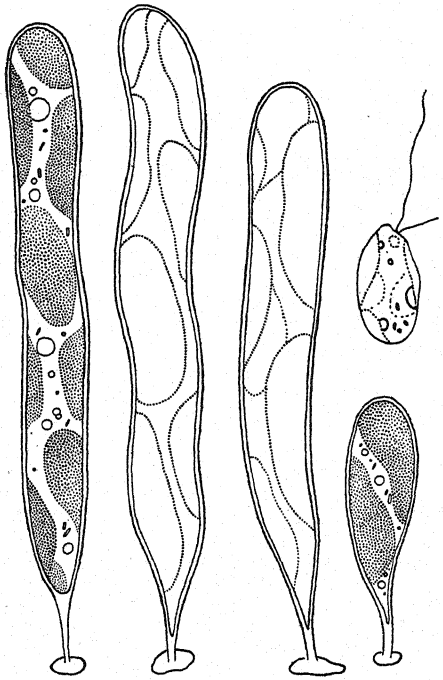


Fig. 634. *Characiopsis sublinearis.* Verschieden alte Zellen und Schwärmer.

In letzter Zeit sah ich davon die Vermehrung. Es werden bis 8 Schwärmer gebildet, die ohne Deckelbildung frei werden, Schwärmer sehr amöboid, mit je einem, seitlich stehenden Chromatophoren. Hauptgeißel bis anderthalb mal so lang wie die Zelle.

Länge der Zellen 20 bis 60 μ, Breite 4–8 μ. Vielleicht in zwei verschiedenen Größenklassen.

Vorkommen: Bis jetzt zweimal beobachtet. Aus den Kejerteichen bei Prag, dann aus kleinen Teichen bei Liebich bei B.-Leipa in Böhmen. Auf *Rhizoclonium*.

Die von Huzel (1936/37, Veröff. Württ. Landesstelle f. Naturschutz Stgt. 17, S. 107, Taf. 8, Fig. 31) hierher als *Forma* gestellte *Characiopsis* gehört zu *Characiopsis columnaris* (S. 728).

In die Verwandtschaft von *Characiopsis sublinearis* gehört eine Form, deren Zellen sich frühzeitig krümmen und schließlich fast schraubig werden. Zellen bis 80 μ lang, 6 μ breit. Zellen meist rasch in den zarten Stiel zusammengezogen. Leider sah ich diese auffallende Form zu wenig ***(Characiopsis cochlearis)*** (Fig. 35*l*, S. 42; Fig. 635).

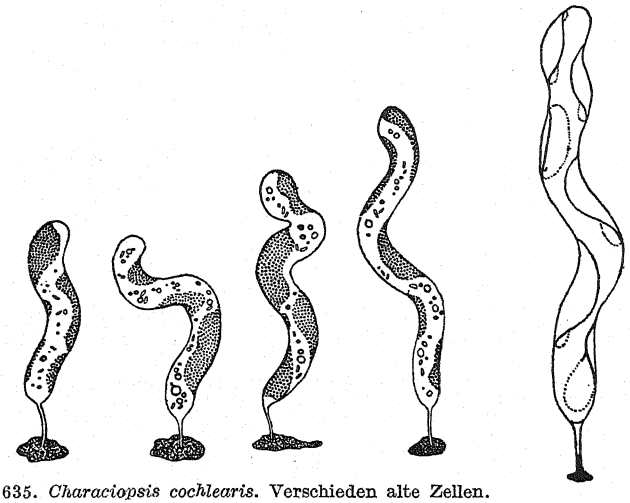


Fig. 635. *Characiopsis cochlearis.* Verschieden alte Zellen.

40. Characiopsis polychloris Pascher (1925) (Fig. 636).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 62.

Abb.: Pascher, Hedwigia **53** (1912) Fig. 5, Abb. 6. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 63, Fig. 44*b*.

Zellen walzlich, mit ziemlich derber Membran, beidseits gleichmäßig und kurz verschmälert. Vorne stumpf, ohne Membranverdickung und ohne Spitzchen. Basal sich direkt aus der

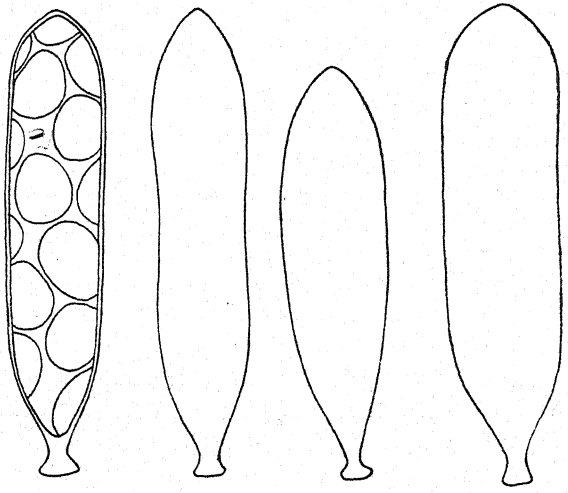


Fig. 636. *Characiopsis polychloris.*

Verschmälerung in ein kurzes Stielchen verlängernd, das sich gleich wieder in ein kleines Haftscheibchen verbreitert. Chromatophoren zahlreich (bis 30), klein und nicht selten sehr ungleich verteilt. Vermehrung durch Zoosporen nicht beobachtet, doch dickwandige Aplanosporen gesehen, die, zu vieren hintereinander gebildet, je 4–8 Chromatophoren hatten. Die Aplanosporen waren deutlich zweischalig. Ihre Keimung wurde nicht gesehen.

Zellen bis 30 μ lang, 6–10 μ breit.

Vorkommen: In Altwässern auf verkümmerten *Cladophora*-Büscheln längs des Olschbaches bei Mugrau im Böhmerwald auf *Mikrospora* von der dänischen Insel Moen.

41. Characiopsis calyptrata (Fig. 637)

Zellen im Prinzip kurz walzlich, gerade oder manchmal leicht gekrümmt, nicht selten in der Mitte etwas taillenförmig eingezogen, oft auch etwas unregelmäßig bauchig-walzlich, in einzelnen Fällen, besonders bei überalterten Zellen unregelmäßig, manchmal auch schief verschmälert und vorne die sonst derbe Membran in einen mächtigen kegelförmigen, nicht selten geschichteten Mambranzapfen verdickt, der vorn abgerundet oder zumindest stumpf ist. Zellen basal entweder rasch oder allmählich verschmälert in den kurzen, selten etwas längeren, oft derben, manchmal unregelmäßigen Stiel zusammengezogen, der meist eine deutliche, oft große Haftscheibe hat. Chromatophoren mehrere bis viele, oft auffallend groß und polygonal aneinanderschließend. Nicht selten rote Öltropfen (ähnlich wie bei *Chlorobotrys regularis*) vorhanden. Vermehrung nicht beobachtet.

Zellen bis 22–35 μ lang, bis 8–20 μ dick, meist aber annähernd zweieinhalb bis dreimal so lang wie breit.

Vorkommen: Einmal in größeren Mengen auf *Utricularia* aus einem Altwasser der Donau bei Bogen in Bayern. In einer etwas kleineren, weniger derben Form einmal aus einem Wiesengraben im Böhmerwald auf *Fontinalis*. Vielleicht kalkmeidend.

Diese Art steht verwandtschaftlich der *Characiopsis turgida* West nahe, ist aber etwas größer, derber und vor allem durch den mächtigen Membranzapfen am vorderen Ende der Zelle verschieden. Ähnliche Membranzapfen am Vorderende der Zelle auch bei *Characiopsis crassirostrum* und *Ch. anas*.

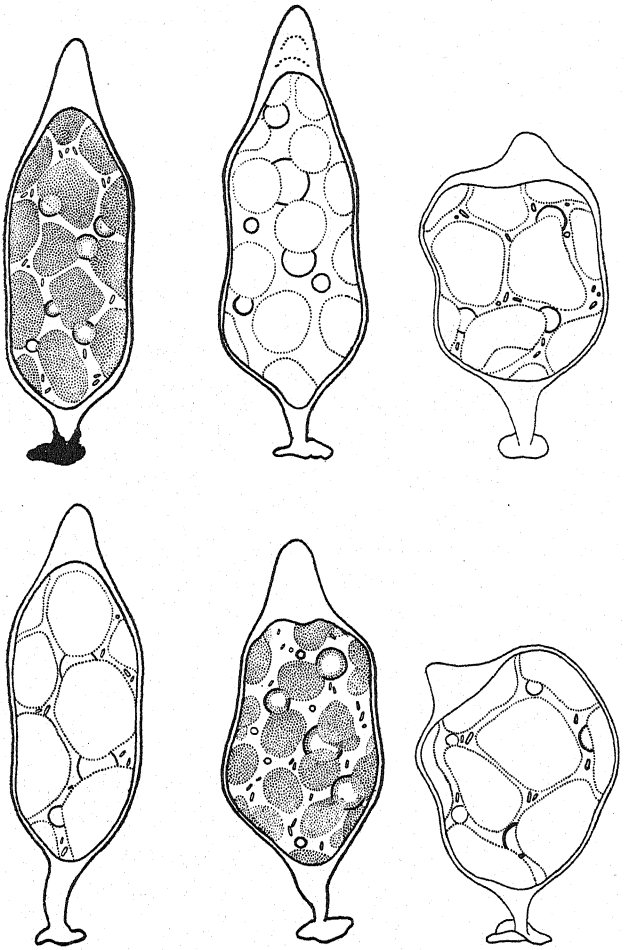


Fig. 637. *Characiopsis calyptrata.*

42. Characiopsis crassirostrum (Fig. 638).

Zellen plump zylindrisch bis bohnenförmig oder unregelmäßig eiförmig bis eingezogen verkehrt eiförmig mit einem sehr kurzen, dabei sehr derben und breiten Füßchen aufsitzend. Membran ziemlich zart, vorne aber in einer mächtigen, soliden Membranwarze verdickt und ausgezogen, die häufig schief steht oder auch zur Seite gerückt sein kann. Chromatophoren mehrere, groß und scheibenförmig. In manchen Fällen nur ein grünes, unregelmäßiges, in seiner Dichte schwankendes Maschen-

werk vorhanden. Gelegentlich, besonders in alternden Zellen, große leuchtende Öltropfen und auch Eiweißkristalle. Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen gesehen. Daneben auch (siehe Fig. 638*e*) die Bildung weniger großer, sich gegenseitig abplattender, derbwandiger Cysten (meist zu vier), die sehr viel Reservestoffe haben und bei der Keimung meist Schwärmer entlassen.

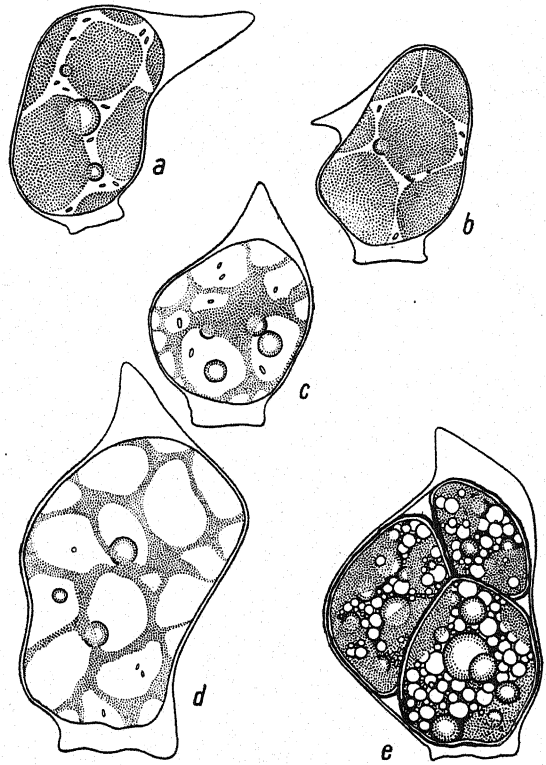


Fig. 638. *Characiopsis crassirostrum*: *a*, *b* Zellen mit scheibenförmigen, *c*, *d* mit netzig maschigen Chromatophoren; *e* Zellen mit vier derben, sich gegenseitig abplattenden Cysten, aus denen wieder Schwärmer gebildet werden.

Zellen 18–30(–50) μ lang, bis 25 μ dick. Im Verhältnis Länge zur Breite, ungemein schwankend.

Vorkommen: Ein einziges Mal in reicherem Materiale gesehen aus einem Donaualtwasser bei Tulln auf recht verschiedenen organischen wie anorganischen Unterlagen. Vielleicht kalkholde Form.

Diese auffallende, allem Anscheine aber recht wenig häufige Art wird im Alter wahrscheinlich mehrkernig. Mit *Characiopsis calyptrata* und *Ch. anas* teilt sie die mächtige Membranpapille.

43. Characiopsis aculeata (Fig. 639).

Zellen schief oder unregelmäßig länger oder kürzer spindelförmig bis kurz walzlich spindelförmig, nach vorne rascher oder kürzer verschmälert und immer in einen scharfen, oft gekrümmten Membranstachel ausgezogen; basal allmählich verschmälert

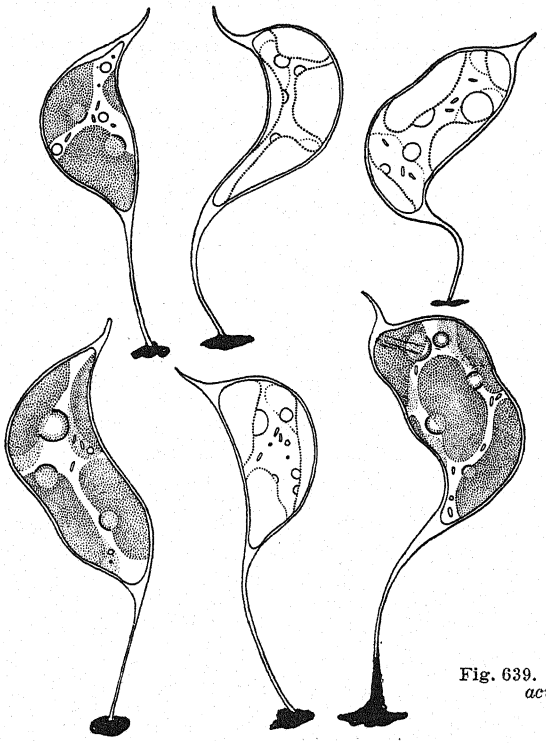


Fig. 639. *Characiopsis aculeata.*

und ganz allmählich in den zarten Stiel übergehend, der so lang bis halb so lang wie die Zelle ist. Zelle meist etwas schief zum Stiel stehend. Membran im allgemeinen zart, doch gelegentlich stellenweise Verdickungen aufweisend. Chromatophoren wenige, groß und scheibchenförmig. Gelegentlich ein roter Öltropfen. Schwärmer nicht gesehen. Sporen zu

vier bis acht gebildet, etwas länglich (ob immer?), ihre Membranhälften ohne verdickte Ränder.

Zellen bis 35 μ lang, bis 14 μ dick.

Vorkommen: Leider nur in geringer Menge beobachtet: Wiesentümpel bei Urach in Württemberg; aus dem Burgenlande auf einer *Vaucheria*: aus den Zicklachen südlich von Weiden.

Die Art gehört vielleicht in die Verwandtschaft von *Characiopsis longipes*.

44. Characiopsis aristulata Beck-Mannagetta (1926) (Fig. 640).

Beck-Mannagetta, G., Arch. Protistenk. **55** (1926) 183; Beih. Bot. Centralbl. **47** (1931) Abt. II, 326.

Abb.: Beck-Mannagetta, a. a. O. (1926) Fig. 12; a. a. O. (1931) Abb. *B*, 12.

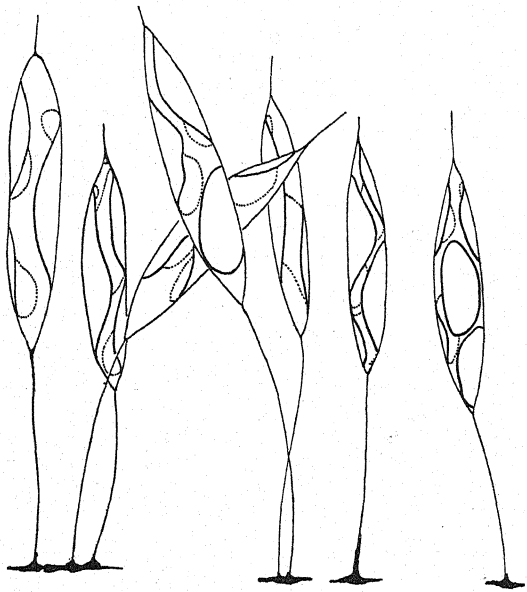


Fig. 640. *Characiopsis aristulata.*

Zellen spindelförmig bis walzlich spindelförmig, beidseits meist gleichmäßig verschmälert, vorne in einer kürzeren oder längeren, feinen Membranausziehung endend, basal in den Stiel verschmälert, der, ebenfalls recht zart, bis halb so lang wie die Zelle werden kann. Meist ist ein winziges Haftscheibchen entwickelt. Membran recht zart. Chromatophoren mehrere,

wandständig, oft recht ungleich. Gelegentlich ein leuchtender roter Öltropfen. Vermehrung durch 2–4 kleine Schwärmer mit Stigma und einer recht kurzen Nebengeißel. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen mit dem Stiel und der Endborste bis 50 μ lang, bis 5 μ breit.

Vorkommen: Zwischen *Sphagnum* in den Seen von St. Leonhard (unterster und vierter, oberster See) in Kärnten. Aus dem Riesengebirge auf *Tribonema* in Gräben und Schlenken des Koppenplanmoores (Angabe von K. Rudolph).

Diese Art kann mit länger gestielten, einzelligen Keimlingen jener *Tribonema*arten verwechselt werden, deren oberes Ende stachelig ausgezogen ist.

45. Characiopsis anas (Fig. 641).

Zellen allmählich oder etwas rascher in einen ebenso langen, meist leicht oder stark gekrümmten, relativ dünnen Stiel verschmälert, der basal ein deutliches Haftscheibchen besitzt; gerade, leicht bis fast halbkreisförmig gekrümmt, die untere Flanke flacher, die obere Flanke meist sehr deutlich gewölbt; dabei deutlich geneigt und schief zum Stiel stehend. Membran ziemlich derb, am Vorderende mächtig zunehmend verdickt und

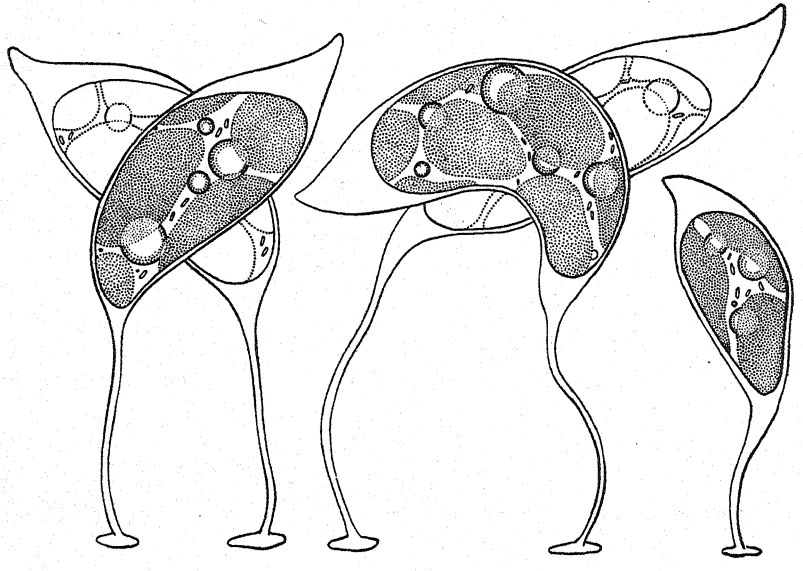


Fig. 641. *Characiopsis anas.*

entenschnabelartig, meist leicht nach oben gekrümmt endend. Schichtungen in dieser meist schnabelförmigen Verdickung manchmal auffallend deutlich zu sehen. Chromatophoren in jungen Zellen 3–4, in älteren Zellen bis 10, meist sehr groß. Vermehrung durch Bildung von 2–8 Schwärmern, die aber frei nicht gesehen wurden. Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen 25–45 μ lang, wovon die Hälfte auf den zarten Stiel kommt, bis 8 μ breit, doch manchmal auffallend breiter.

Vorkommen: Mehrmals, immer aber nur vereinzelt, beobachtet auf *Lemna*-Wurzeln und auf *Utricularia* sowie auch auf *Microspora*. Altwässer der Moldau bei Prag.

Die Art sieht *Ch. longipes*, mit der sie wahrscheinlich verwandt ist, ähnlich, unterscheidet sich aber durch die plumperen Zellen, die größere Anzahl der Chromatophoren und die mächtige vordere Wandverdickung, die sie mit *Characiopsis calyptrates* und *Ch. crassirostrum* teilt.

46. Characiopsis longipes Borzi (1895) (Fig. 642–646).

Borzi, Stud. algol. **2** (1895) 152. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906) Heft 3, S. 104. — Lemmermann, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 259. — Printz, Kgl. Norske Videnskab. Selsk. Skrift. 1915 Nr. 4 (1916) 21. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 65. — Huzel, C., Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz **17** (1936/7) 107.

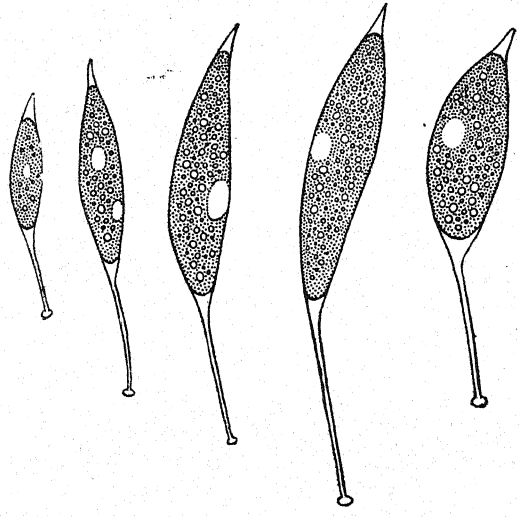


Fig. 642. *Characiopsis longipes* (nach A. Braun).

Syn.: *Characium longipes* RABENHORST, Algar. Dec. **18** (1852) Nr. 171 pro parte; Flor. Europ. Algar. **3** (1868) 85. — A. BRAUN, Alg. unic. gen. (1855) 43. — HANSGIRG, Prodrom. Algenfl. Böhm. **1** (1886–88) 123. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 102. — DE TONI, Syll. Algar. **2**, 2 (1885) 624.

Abb.: RABENHORST, Hedwigia (1854) Taf. 9 (nicht aber nach HEERING die Fig. in Hedwigia 1853, Taf. 2, Fig. 2). — A. BRAUN, a. a. O. (1906) Taf. 2, Fig. 114–119. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 66, Fig. 50. — SMITH, Freshw. Alg. U.S.A. (1935) Fig. 99*c*, S. 155. — HUZEL, C., a. a. O. (1936/7) Taf. 8, Fig. 32.

Exsicc.: WITTROCK et NORDSTEDT, Alg. exsicc. Nr. 151 (unter *Characium longipes*).

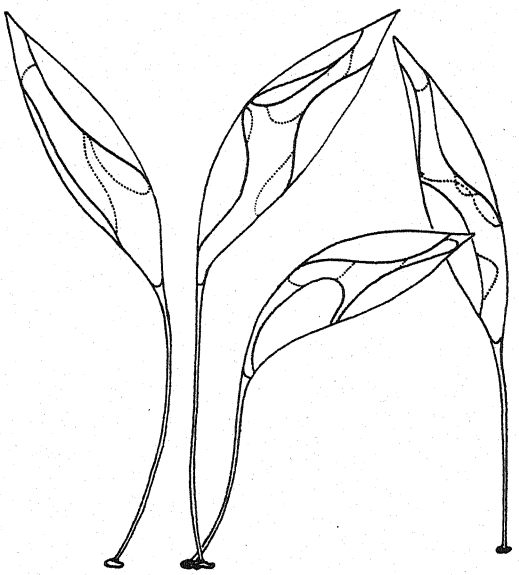


Fig. 643. *Characiopsis longipes*. Schmälere, vielleicht nicht ganz typische Form.

Zellen auf sehr langem, zarten Stiele, der bis doppelt so lang als die eigentliche Zelle ist, manchmal leichte Krümmungen zeigt und ein kleines Haftscheibchen hat[1]). Die Länge des Stieles soll von der Menge des auf der gleichen Alge wachsenden Aufwuchses abhängen. Bei viel epiphytischen Diatomeen längere, bei wenig oder keinen Diatomeen kurze Stiele (?). Die

[1]) Dafür spricht auch der Umstand, daß die in der Hedwigia 1853, Nr. 4, Taf. 2, Fig. 2 von RABENHORST gegebenen Abbildungen von *Characium longipes* nicht den Angaben entsprechen, die er zu der gleichnamigen Alge in der Dekade 18 zu Nr. 171 macht. RABENHORST spricht ausdrücklich von zwei straffen Wimpern. Diese Unstimmigkeit fiel auch schon HEERING auf.

Zelle selber gestreckt spindelförmig bis schmal lanzettlich, oft leicht gekrümmt, niemals in der Längsrichtung des Stielchens, sondern schief bis fast quer dazu stehend. Membran sehr zart, nicht selten am spitzen Vorderende der Zelle etwas verdickt. Chromatophoren meist einer, oft aber zwei, sehr blaß. Vermehrung durch Zoosporen beobachtet. Zoosporen sehr formveränderlich, birnenförmig bis zu 16 in einer Zelle gebildet, mit fast doppelt körperlangen Hauptgeißeln und einem sehr zarten Chromatophoren. Das weitere Verhalten der Zoosporen nicht bekannt.

Zellen samt dem Stiel 40–50 μ messend, dabei 5–7 μ breit.

Vorkommen: Sehr verbreitete, an den verschiedensten Stellen gefundene Art, die sehr verschiedenen Fadenalgen, Wurzeln von Wasserpflanzen und, wie ich sah, auch kleinen Wassertierchen aufsitzt. Soweit ich sehen konnte, meidet sie mehr sauere Gewässer.

Von *Characiopsis longipes* treten sehr verschiedene Formen auf, die möglicherweise nicht einem, sondern mehreren Kreisen angehören. Sehr auffallend ist der Gegensatz zwischen schlanken und plumpen Zellformen. Ferner ist zu bemerken, daß es in der Parallelgattung *Characium* eine Art gibt, die mit ihr in der Zellform weitgehend übereinstimmt, so daß sie sicher zu Verwechslungen Veranlassung gibt. Diese Form besitzt meistens nur einen Chromatophoren und wahrscheinlich stets ein Pyrenoid. Inwieweit RABENHORST bei seinem *Characium longipes* die zu den Chlorophyceen oder zu den Heterokonten gehörige Form vorgelegen hat, ist nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist der Name *Characium longipes* für diese pyrenoidführenden Formen aufrechtzuerhalten und kann nur teilweise als Synonym zu *Characiopsis longipes* erklärt werden[1]).

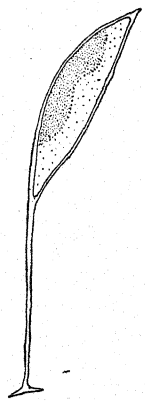


Fig. 644. *Characiopsis longipes*. Schmälere Form mit einem Chromatophoren (nach SMITH).

Die var. *Westi* LEMMERMANN [Abh. nat. Ver. Bremen (1914) S. 260 = *Characium ensiforme* WEST, Treat. Brit. Fr. Al., 1. Aufl. S. 200, Fig. 80*D*. — W. et G. S. WEST, Yorkshire Natur. Union (1902) S. 126] gehört, soweit es sich dabei um grüne Algen handelt, vielleicht nicht zu *Ch. longipes*.

Die plumperen, breit spindel- bis breit eiförmigen Formen haben wohl nichts mit *Ch. longipes* zu tun. Ich sah in meinen

[1]) Note zu *Characiopsis longipes* (1906).

Materialien niemals Übergänge zu Formen wie Fig. 645. Dagegen spricht PRINTZ (1916, S. 21) ausdrücklich von allen Übergängen zu diesen kräftigen Ausbildungen. Bis zu neueren Untersuchungen stehe ich von der Abtrennung dieser derberen Formen ab und bezeichne sie vor der Hand als var. ***dubia*** (Fig. 646).

Von *Characiopsis longipes* werden bei genauerer Kenntnis jene Formen abgetrennt werden müssen, deren ungemein schmale, walzliche, fast lineale Zellen

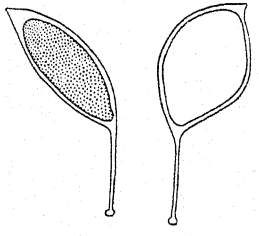


Fig. 645. *Characiopsis longipes*, die derbere, in Fig. 646als *Characiopsis dubia* bezeichnete Form (nach PRINTZ).

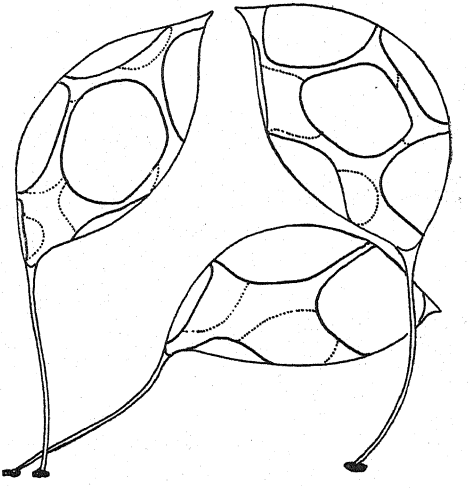


Fig. 646. *Characiopsis dubia* (in die Gruppe um *Ch. longipes* gehörig).

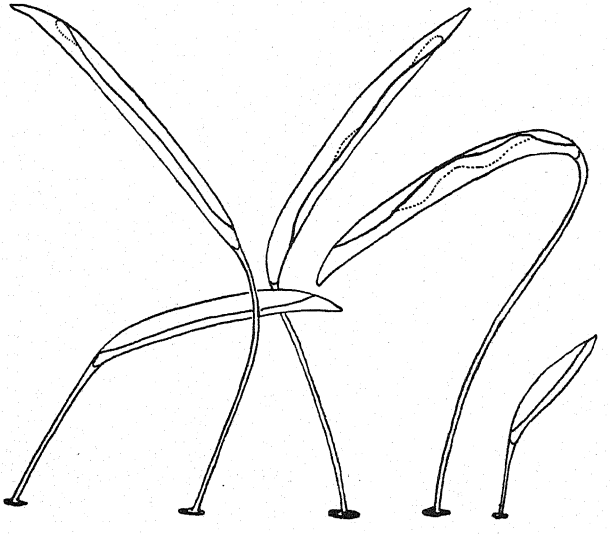


Fig. 647. *Characiopsis falx.*

nur einen schmalen Chromatophoren haben und deren Vorderende meist ausgezogen und etwas nach abwärts gebogen ist. Sie erreichen die Länge von *Ch. longipes*, sind aber meist nur 3–4 μ breit (***Characiopsis falx***) (Fig. 647).

Völlig zu streichen sind folgende beschriebene Arten:

Characiopsis horizontalis LEMMERMANN.

Characium horizontale BRAUN, Alg. unic. Gen. (1855) 45, Taf. V E.

Es ist nicht zu erkennen, ob es sich um eine Chlorophycee oder eine Heterokonte handelt. Dazu sind einige *Characiopsis*-arten imstande, Formen mit Zellen schief bis quer zum Stiele zu bilden. Weder die Abbildung BRAUNS noch seine Beschreibung gibt Anhaltspunkte.

Characiopsis aegyptiaca BRUNNTHALER.

Hedwigia **54** (1914) 222, Fig. 2.

Unvollständig und nach mangelhaft erhaltenem Material beschrieben.

Characiopsis falcata LEMMERMANN.

Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 260.

Syn.: *Characium falcatum* SCHRÖDER, Ber. Stat. Plön Bd. 6, S. 23, Taf. 1, Fig. 5.

Weder aus den unvollständigen Beschreibungen SCHRÖDERS oder LEMMERMANNS noch aus den Figuren ist Sicheres zu entnehmen. Sichelförmig gebogene Formen kommen wiederholt nicht nur bei Chlorophyceen, sondern auch Heterokonten vor. Es ist nicht einmal festgestellt, ob es sich überhaupt um eine Heterokonte handelt.

Characiopsis pyriformis var. ***cerasiformis*** LEM. [Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 254; syn. *Characium cerasiforme* EICHLER-RACIB. — NOW. Gat. 1] = Dinophycee ***Stylodinium.***

Characiopsis constricta LEMMERMANN.

Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 256.

Syn.: *Characium ornithocephalum* var. *constrictum* EICHLER, Pam. Fiziograph. **14**, S. 124.

Es steht nicht fest, ob eine Chlorophycee oder eine Heterokonte vorliegt. Das betonte Merkmal Einschnürung in der Mitte der Zelle, findet sich gelegentlich bei vielen *Characiopsis*- und *Characium*-Arten, die längliche Zellen haben.

Characiopsis acuminata LEMMERMANN.

Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 254.

Syn.: *Characium pyriforme* var. *acuminata* EICHLER, Pamietnik Fiziografic. **14** (1894) 123.

Diese mit kurzer, spitzer Papille versehene Form kann mangels näherer Angaben keiner der mehreren Arten, die gelegentlich solche Formen ausbilden oder Arten, die stets solche Papillen haben, zugeordnet werden.

Characiopsis ellipsoidea WEST.

West Indian freshwater algae; Journ. Bot. **42** (1904) 181. — HEERING, Jahrb. wiss. Staatsanst. Hamb. **23** (1906) 102. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925). — COLLINS, Green algae N. Am. (1909) 100. — LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1915) 254.

Abb.: WEST, a. a. O. (1904) Taf. 464, Fig. 8*a–c*.

Weder nach der Beschreibung (Zellen schmal, elliptisch, am Gipfel abgerundet, mit sehr kurzem Stiele ohne Haftscheibe, vier elliptische Chromatophoren ohne Pyrenoide, 15–22 μ lang, 7,7–9,6 μ lang, Barbados-Inseln) noch nach der Abbildung eindeutig zuzuordnen. Derartige Zellformen gibt es bei verschiedenen Arten.

Characiopsis clava LEMMERMANN.

Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914).

Syn.: *Characium clava* HERMANN in RABENHORST, Beitr. S. 27, Nr. 12, Taf. 6, Fig. B, 2. — *Hydrianum clava* HERMANN in RABENHORST, Flora Eur. Alg. **3**, 88 kann sowohl *Characiopsis* wie *Characium* sein.

Auch was PRINTZ 1916 (Kgl. Norske Videnskab. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4, Taf. 1, Fig. 80) (nach fixiertem Material) abbildet, ist nicht einwandfrei als *Characiopsis* zu nehmen. Vergleiche *Characiopsis teres*.

Zu *Characiopsis* ist nicht zu stellen:

Characiopsis groenlandica LEMMERMANN.

LEMMERMANN, Abh. nat. Ver. Bremen **23** (1914) 255.

Syn.: *Characium groenlandicum* P. RICHTER, Bibl. Bot. **42** (1899) 6, Fig. 2*a–k*. — *Characium saccatum* FILARSZKY, Botanikai Közl. **13** (1914) 1–2, S. 11, Fig. 2–3.

Es deutet nichts in der RICHTERschen Beschreibung und Abbildung auf eine Verwandtschaft mit *Characiopsis* hin.

Zu *Characiopsis groenlandica* stellt ELENKIN in den Notulae syst. Inst. Crypt. Hort. bot. Reipubl. Ross. **3** (1924) 33 eine var. ***rossica***.

Bedeutendere Größe, 20–155 μ lang, 7–30 μ breit, Zellen walzlich, schlauchförmig-keulig bis eiförmig mit kürzerem Stiele, in dem die Zelle abgerundet verschmälert und zusammengezogen ist.

Vielleicht ist, da *Characium groenlandicum* nicht gedeutet werden kann, diese Var. als eigene Art zu führen. Sie kommt auf Copepoden vor.

Damit nähert sich aber diese Form (übrigens auch im Aussehen) dem, was LAMBERT seinerzeit in der Rhodora 1909, S. 70 als *Characium cylindricum* beschrieben hat. Die Zellen sind sehr groß und keulenförmig-schlauchförmig und messen bis 430 μ, also fast bis zu einem halben Millimeter. Die Art der Verfestigung ist nicht ganz klar, einige Autoren bilden direkt

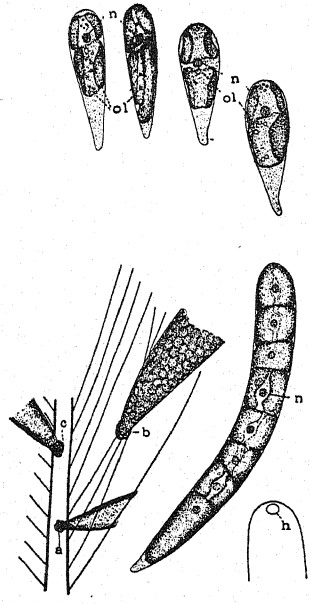


Fig. 648. *Characium cylindricum.* Oben junge Zellen; unten die Basen dreier Zellen auf planktonischen Krebsen festsitzend; daneben etwas ältere Zellen. *n* = Kern.

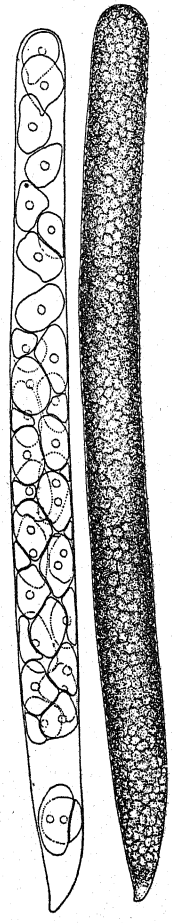


Fig. 649. *Characium cylindricum.* Rechts zwei Zellen, die eine in Schwärmerbildung.

basal gestutzte (siehe Fig. 650) Zellen ab. Bei der Vermehrung wird der Inhalt in viele übereinanderliegende Plasmaportionen aufgeteilt, die als Schwärmer austreten, deren Morphologie leider nicht bekannt ist. Es kommen auch Auto-, vielleicht Aplanosporen vor, deren Zahl, wie die der Schwärmer, in großen Zellen bis 1000, ja sogar 2000 betragen kann. Ihre Entleerung erfolgt durch eine Öffnung im Vorderende. Die Zellen sind sicherlich, wenn voll erwachsen, vielkernig. Die Alge lebt auf planktontischen Krebsen.

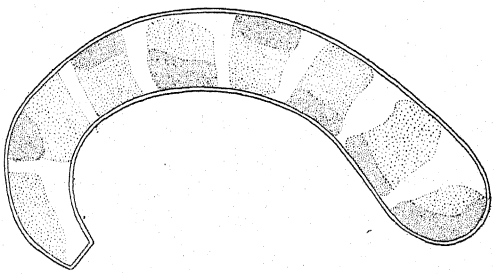


Fig. 650. *Characium cylindricum* (nach G. M. SMITH).

Die Alge wurde von LEMMERMANN 1914 (S. 256) als *Ch. cylindrica* zu *Characiopsis* versetzt, obwohl mangels ausreichender Kenntnis der Morphologie und der Vermehrung gar keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß es sich um eine Heterokonte handle. Was ich bisher von ähnlichen Organismen sah, war durchaus Chlorophycee. Ich gebe hier die untereinander nicht übereinstimmenden Figuren aus LAMBERT und SMITH und empfehle diese Alge, deren Literatur ich nicht übersehe, weiteren Studien.

Unsicher in der Stellung, ob zu *Characiopsis* oder *Characium* gehörig ist ferner

Characiopsis (?) *crustacearum* ELENKIN 1924.

ELENKIN, Not. syst. ex. Inst. Cryptog. Horti Bot. Reipub. Ross. **3** (1924) 34 (ohne Abbildung).

Zellen regelmäßig eiförmig, 40–43 μ lang, 14,4–15 μ breit, mit abgerundetem Scheitel, basal in einen langen, zarten Stiel verlängert, der die Länge der Zelle hat und 1,5 μ dick ist, ohne basale Erweiterung. Chromatophoren 6–8. Auf *Daphnia* in einem kleinen Tümpel bei Michalovskoje im Gouv. Moskau.

Nach der Beschreibung paßt die Form zu keiner der im Vorstehenden behandelten Arten, anderseits genügt die zu kurze Beschreibung und vor allem der Mangel einer Abbildung nicht, die Art als gesichert hinzustellen.

Entsprechend der hier durchgeführten Abgrenzung der Gattungen *Characiopsis* und *Chlorothecium* wurden die Art *Characiopsis gladius* und *Characiopsis crassiapex* zu *Chlorothecium* gestellt.

50. Dioxys Pascher (1932) (Fig. 651–654).

Name von δίς = zweimal; ὀξύς = spitz.

Pascher, Beih. Bot. Centralbl. 49 (1932) Abt. I, 558, 564.

Zellen gestielt, dabei entweder ausgesprochen quer zum Stiel entwickelt oder nach oben verbreitert, oder schief bis bogig nach oben gerichtet oder zumindest nach oben verbreitert. Bei den einzelnen Arten die Form oft sehr schwankend. Umriß der Zelle meist ausgesprochen dreieckig. Dreieckform der Zelle manchmal sehr verwischt; dadurch aber, daß die beiden freien Ecken (die dritte wird durch den Ansatz des Stieles gebildet) gewöhnlich mit derben bis langen Membranwarzen oder Membranstacheln versehen sind, die ursprüngliche Dreiecksform der Zelle immer angedeutet. Stiele meist deutlich bis auffallend exzentrisch eingefügt, nur bei den mehr aufrechten Formen mehr mittelständig. Membran zart bis derb, bis auf die verdickten Ecken gleichmäßig dick, manchmal auffallend rötlich verfärbt, ohne Skulptur, aus einem Stücke bestehend. Meist zwei bis mehrere (bis 10) scheibchenförmige Chromatophoren, die immer wandständig sind und manchmal fast polygonal werden. An den jungen Zellen häufig Stigma und kontraktile Vakuolen, wobei sich das Stigma sehr lange halten kann; gelegentlich rote Öltropfen, gelegentlich Eiweißkristalle.

Vermehrung, soweit gesehen, durch Schwärmer mit einem bis mehreren Chromatophoren; bei der beobachteten Form Nebengeißel sehr kurz und nur stummelförmig. Sporen gesehen (*Dioxys biverruca*, Fig. 654*c*, *D. gallus*), zu mehreren in einer Zelle; wahrscheinlich mit zweiteiliger Membran. Durchwachsung der Zelle bei den mehr walzlichen Arten (*D. gallus*) häufig, wobei entweder bereits nach der ersten Protoplastenteilung die untere Hälfte sich neu behäutet und die vordere Protoplastenhälfte zu mehreren Schwärmern aufgeteilt wird oder auch ein kleinerer Teil des Protoplasten der Mutterzelle in der sonst entleerten Zelle bleibt, sich behäutet, um wieder zu einer vegetativen Zelle heranzuwachsen. Diese Durchwachsung kann öfters stattfinden; auf diesen Vorgang gehen vielleicht auch jene Formen zurück, bei denen der untere Teil der Zelle mit einer geschichteten Wand versehen ist.

Die Zellen stehen häufig so, daß die Längenentwicklung der Zelle nicht mit der Längsachse der Unterlage (Zellfaden) zusammenfällt, sondern quer oder schief dazu entwickelt ist. Bemerkt sei, daß es auch einige Harpochytrien (siehe S. 800) gibt,

deren Zellen ebenfalls schief bis quer zum Zellfaden stehen. Morphologisch erscheint *Dioxys* mit *Characiopsis* dadurch verbunden, daß es hier einige Arten gibt, die ebenfalls die eigentliche Zelle gelegentlich quer zur Stielrichtung entwickeln (z. B. *Characiopsis Richiana*).

Auch andere Algenreihen bilden *Dioxys*-ähnliche Formen aus. Unter den Chlorophyceen *Bicuspidella* (mit Stärke, auch mit Stigma und kontraktilen Vakuolen), unter den Dinophyceen *Raciborskia*, gewissermaßen ein quer zur Fadenrichtung festgewachsenes *Cystodinium* (siehe PASCHER, 1932).

Drei Arten[1]):

Zellen mehr oder weniger quer zum Stiel entwickelt, waagrecht bis schief aufrecht
Zellen derb, immer mehr oder weniger ausgesprochen ungleich dreieckig **Dioxys incus** *1.*
Zellen sehr gestreckt, vielmals länger wie breit, oft fast walzlich **Dioxys gallus** *2.*
Zellen mehr oder weniger in der Richtung des Stieles entwickelt, länger wie breit oder nur wenig breiter wie lang. Zellen relativ kurz gestielt, mit scharfen, mehr aufrechten Stacheln . . . . . **Dioxys rectus** *3.*

1. Dioxys incus PASCHER (1932) (Fig. 35*m*, 651).

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **49** (1932) 558, 565, Abt. 1.
Abb.: PASCHER, a. a. O. (1932) 559, Fig. 12.

Zellen oft quer zum Stiele am meisten entwickelt, oft viel breiter als hoch (manchmal bis dreimal so breit als hoch). Zelle ganz allmählich in den Stiel verschmälert, der niemals scharf abgesetzt ist. Die Flanken der Zelle, die im optischen Längsschnitt die Form eines rechtwinkligen oder schiefen Dreiecks hat, niemals gerade, sondern konvex bis konkav, oft wellig. Membranhörner meistens sehr derb, dabei meist nicht besonders lang. Stigma fast immer vorhanden.

Zellen bis 18 μ hoch, bis 25 μ breit, doch auch viel kleiner.

Vorkommen: Soweit beobachtet in Wässern mit höherem p_H-Wert, vor allem an eutrophen Stellen (Teichufern), hier auf Schilf und sehr gerne auf der Rinde kleiner im Wasser faulender Äste, vielleicht seltener auf Algen. Zusammen mit verschiedenen Chrysophyceen und anderen Heterokonten, häufig mit der kleinen festsitzenden Protococcale *Tetraciella* PASCHER und PETROVÁ aus den kleinen Teichen bei Hrnčiře bei Prag.

---

[1]) Der Schlüssel reicht nicht aus. Vergl. die Figuren u. *D. biverruca* S. 793.

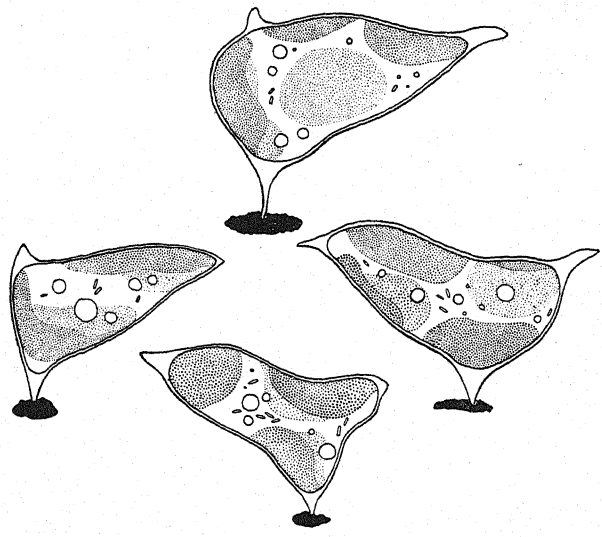


Fig. 651. *Dioxys incus.*

2. Dioxys gallus (Fig. 652).

Zellen in der Form sehr schwankend. Dreieckform durch die Längenentwicklung der Zelle oft ziemlich undeutlich, doch noch immer markiert dadurch, daß zwei mächtige Membranwarzen entwickelt sind, von denen die eine mehr oder weniger seitlich steht, während die andere das vordere Ende der Zelle bildet. Stiele kurz, Zellen bei normaler Ausbildung schief aufrecht, gerade oder bis leicht gebogen, vielmals länger als breit. Sehr häufig ist aber die Zelle entweder fast quer verbogen oder nach aufwärts bis zurückgekrümmt, dabei immer mehr oder weniger deutlich, doch ungleich dick walzlich. Durchwachsungen der Zelle sehr häufig vorkommend. Membran nicht sehr derb. Chromatophoren 2–5, groß und wandständig. Schwärmer verkehrt eiförmig mit anderthalb körperlanger Haupt- und recht kurzer Nebengeißel. Sporen zu mehreren bis acht gebildet, kugelig eiförmig, vielleicht etwas sich gegenseitig abplattend, wahrscheinlich mit zweiteiliger Membran.

Zellen 12–20 μ messend in der Länge, 4–7 μ dick. Manchmal vereinzelt um vieles größere Zellen.

Vorkommen: In nur sehr wenigen Fällen aus den Tümpeln des salzhaltigen Flachmoores bei Lissa a. d. Elbe in Böhmen (1921). Seit dieser Zeit nicht mehr gesehen.

Dioxys gallus macht den Eindruck einer Weiterentwicklung von *D. incus*, die durch Betonung der Längsentwicklung der Zelle zustande kommt.

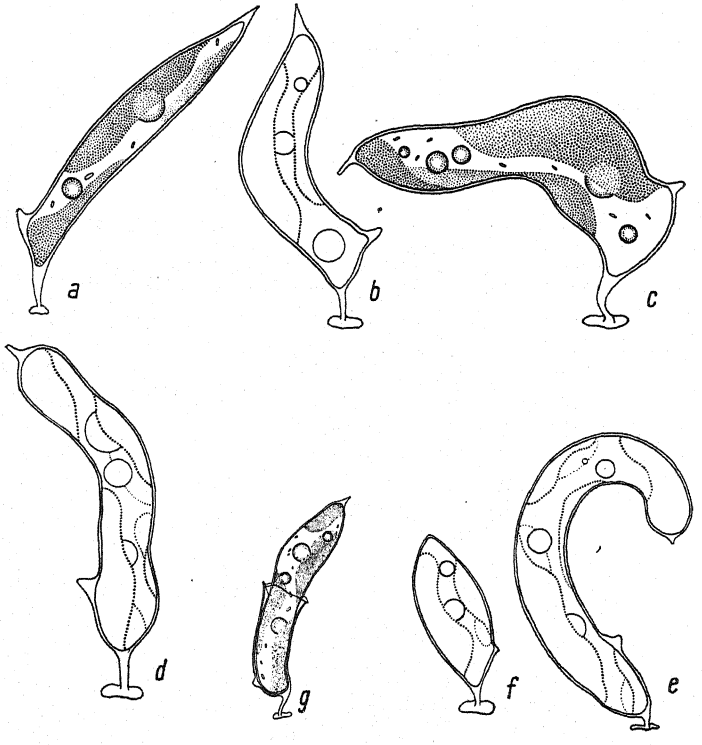


Fig. 652. *Dioxys gallus:* *a*, *b*, *c*, *d*, *e* verschieden gestaltete Zellen; *f* junge Zelle; *g* Zelle mit Durchwachsung.

3. Dioxys rectus Pascher (1932) (Fig. 653).

Pascher, Beih. Bot. Centralbl. **49** (1932) 558, 565, Abt. 1.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) 560, Fig. 12.

Zellen immer höher als breit (bis zweimal so hoch), sehr häufig auf der einen Seite bauchig konvex mit wenig bis ausgesprochen extraachsialem Stiele. Zellen oben gerade oder schief abgestutzt, nicht selten konvex vorgewölbt und an den Enden der Abstutzung mit derben, langen, ungleichen, divergierenden, deutlich geschichteten Stacheln versehen, von denen der eine oder der andere nicht selten die Länge des Stieles erreicht oder sie übertrifft. In seltenen Fällen ist der eine Stachel

vollständig seitlich gelagert. Stigma an erwachsenen Zellen oft fehlend. Chromatophoren zwei bis vier.

Zellen bis 25 μ hoch, bis 16 μ breit.

Zu *Dioxys* möchte ich eine Alge stellen, deren Zellen langgestielt, deren Stiel meistens so lang wie die Zelle ist. Von der Breitseite gesehen ist die Zelle stumpf und etwas ungleich-

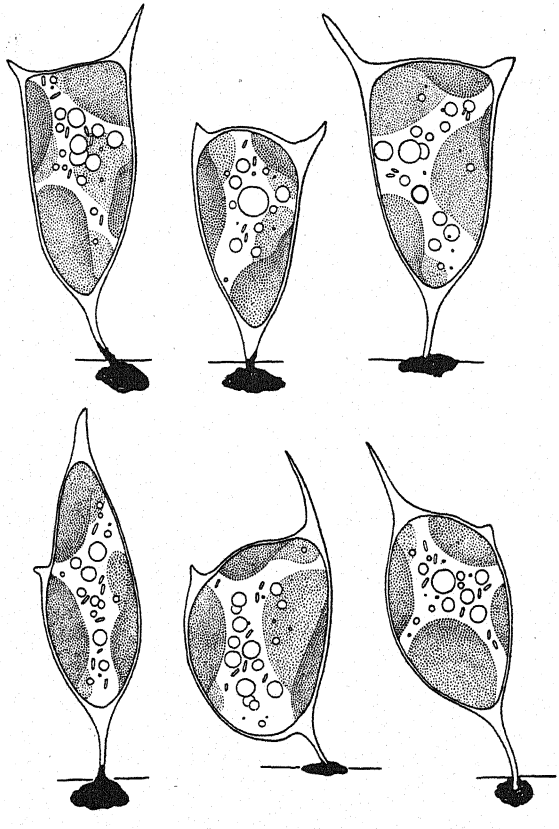


Fig. 653. *Dioxys rectus.*

seitig dreieckig, meist schief zum Stiel orientiert. Membran relativ derb, an den freien Ecken mit je einer derben, meist stumpfen und unregelmäßigen Warze versehen. Von der Schmalseite meist deutlich zusammengedrückt. Stiel manchmal gekrümmt. Chromatophoren zwei bis drei, wandständig, leuchtend rote Öltropfen vorhanden. Schwärmer nicht gesehen.

Sporen in der Zweizahl beobachtet, kugelig, Membran aus zwei ungleichen Hälften bestehend.

Zellen samt dem Stiel 14–16 μ hoch, bis 8–12 μ breit.

Vorkommen: In nur wenigen Zellen aus leicht brackischen oder schmutzigen Gräben bei Haffkrug in der Lübecker Bucht. — Die Alge sei vorläufig als ***Dioxys biverruca*** bezeichnet (Fig. 654).

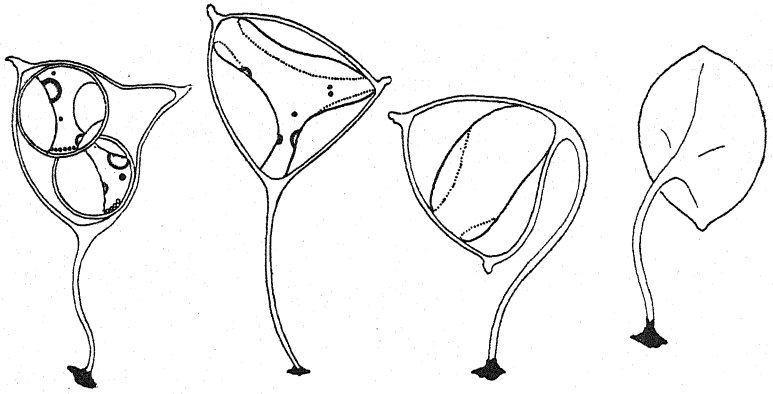


Fig. 654. *Dioxys biverruca:* Unsichere und unvollständig bekannte Art.

51. Peroniella Gobi (1886/87) (Fig. 655–662).

Name von *περόνη* Steckspange, Stecknadel, *περονάω* durchbohren.

Gobi, A., Scripta bot. hort. Petrop. T. 1 (1886/87) fasc. 2. Notarisia **2** (1887) 384. — De Toni, Sylloge algar. **2** (1889) 630. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 55. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 326. — Serbinow, J. L., Script. bot. hort. Petrop. **23** (1905) 1–18 (Sep.). — Smith, G. M., Wisconsin Phytoplankton; Wisc. Geol. et Nat. Hist. Survey Bull. **57**, Ser. 12 (1920) 81; Freshw. Alg. U.S.A. (1933) 155.

Zellen einzeln lebend, nicht koloniebildend, langgestielt, auf verschiedenen Algen lebend, und zwar so, daß die Zelle die kugelig-ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig sein kann, auf den Gallerthüllen verschiedener Algen (hauptsächlich Desmidiaceen) aufruht oder ihnen annähernd bis zur Hälfte eingesenkt ist, während der Stiel die Gallerte durchsetzt und mit oder ohne Haftscheibchen der festen Zellmembran der Alge aufsitzt. Die Länge des Stieles hängt nach Serbinow speziell bei der einen Art von der Dicke der Gallerthülle der Wirtalge ab. Die Zellen sind dann fast ungestielt, wenn die Wirtalge keine Gallerte besitzt und

die Zellen liegen dann fast der Algenmembran direkt an. Andere Arten leben nicht in der Gallerthülle anderer Algen und stehen allem Anschein nach frei. Zellen mit einer zarten bis derben Membran umgeben; bei der einen Art mit einem, seltener zwei, bei den anderen Arten mit mehr bis vielen wandständigen, scheibchenförmigen, manchmal unregelmäßigen Chromatophoren. Im Inhalt Fett und Öltröpfchen. Zellen immer einkernig. Vermehrung durch Schwärmer, die bis acht in einer Zelle gebildet werden und angeblich nur eine einzige Geißel besitzen. Wahrscheinlich ist die kleine Nebengeißel übersehen. Die Schwärmer sollen nach GOBI sich mit der Geißel am Substrat verfestigen, worauf diese zum Stiel werden soll (?). Das ist ganz unwahrscheinlich. Daneben sind derbwandige Dauerzellen angegeben, die dadurch entstehen sollen, daß an den vegetativen Zellen die Zellhaut verdickt wird. Das weitere Verhalten dieser Dauerzellen unbekannt.

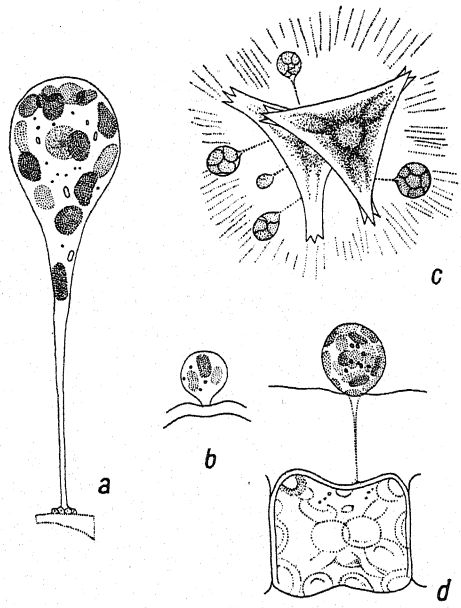


Fig. 655. Jüngere *Peroniella Hyalothecae*-Zelle, fixiert und gefärbt. In der Mitte der große, eosingefärbte Kern; *b* junge Zelle; *c* mehrere Zellen in der Gallerte von *Staurastrum asperum*; *d* eine Zelle auf *Hyalotheca* (nach SERBINOW).

An und für sich ist auch trotz der Untersuchungen SERBINOWS die Stielbildung von *Peroniella* nicht geklärt. Er zeichnet in seinen Figuren, die zum Teil hier wiedergegeben sind, das Zellvolumen bis in den Stiel hinein, und nur (Fig. 1) der unterste Teil des Stieles samt dem Haftscheibchen erscheint etwas differenziert. Im oberen Teile des Stieles sind deutlich Granulationen und in einigen Figuren sogar Chromatophoren eingezeichnet. Das läßt darauf schließen, daß zumindestens nicht die ganze Länge des Stieles aus Membransubstanz besteht, sondern daß auch der Protoplast in die Stielsubstanz eindringt. Jedenfalls bedarf dieser Umstand noch der genauesten Untersuchung.

Damit hängt aber auch die Frage zusammen, ob die anderen zwei Arten die gleiche Stielbildung besitzen. SMITH macht für seine *Peroniella planctonica* keine genauen Angaben über die Stielbildung. Er spricht nur davon, daß sie einen langen, zarten, hyalinen Stiel hätten, der ohne Haftscheibchen bzw. ohne jede Verbreiterung der Wirtzelle aufsitzt. Auch hier ist nicht klar gesagt, ob es sich nur um einen „Schleimfaden" oder um feste

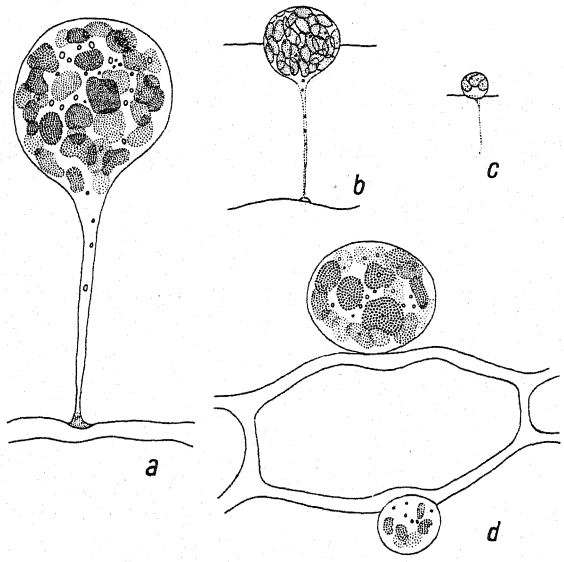


Fig. 656. *Peroniella Hyalothecae:* *a* eine ausgewachsene Zelle; *b* eine Zelle halb in Gallerte versenkt und mittels eines zarten Stieles der Zellwand aufsitzend; *c* junge Zelle; *d* stiellos auf *Gymnozyga* aufsitzende *Peroniella*-Zellen (nach SERBINOW).

Membransubstanz handelt. Bei der von mir beschriebenen *Peroniella curvipes* sowie bei den von Fl. RICH angegebenen Formen besteht sicher der ganze zarte Stiel aus fester Membransubstanz.

Die Frage nach der Stielbildung ist selbstredend wichtig, weil es sehr leicht möglich ist, daß die hier zu *Peroniella* vereinigten Arten generisch gar nicht verwandt sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich bei den einen Arten überhaupt (*Peroniella Hyalothecae* und vielleicht auch *P. planctonica*) nicht um Heterococcalen, sondern um Heterocapsalen handelt, also um Heterochloridalen, die sich unter allseitiger oder einseitiger Gallertausscheidung immobilisiert hätten. Dann würde aber speziell *Peroniella Hyalothecae* eine Formkonvergenz

zu Grünalgen sein, wie z. B. zu *Physocytium*, *Chlorangium*, *Chlorophysema*[1]) und anderen. Jedenfalls bedarf speziell die *P. Hyalothecae* einer genauen Überprüfung, auch mit Rücksicht darauf, ob nicht vielleicht im Protoplasten auch kontraktile Vakuolen übersehen wurden und die Zelle daher noch ausgesprochen monadoiden Charakter hätte. Wahrscheinlich verhält sich *Peroniella planctonica* gleich der *P. Hyalothecae*.

Peroniella wäre dann in zwei Gattungen zu zergliedern, die eine mit *P. Hyalothecae*, die andere mit *R. curvipes* und *P. minuta*, während *P. planctonica* in ihrer Stellung nicht ganz sicher wäre.

Von *Peroniella* sind drei Arten beschrieben[2]):

I. Zellen im erwachsenen Zustande mit mehreren bis zahlreichen, scheibchenförmigen Chromatophoren; bis 20 μ groß . . . . **P. Hyalothecae** *1.*
II. Chromatophoren einer bis drei:
  1. Chromatophoren meist einer, Stiel gerade (auf *Sphaerozosma*) **P. planctonica** *2.*
  2. Zellen meistens mit zwei oder drei Chromatophoren, sehr klein, Stiel sehr fein, mannigfach gekrümmt, mehrmals länger als die Zelle **P. curvipes** *3.*

1. Peroniella Hyalothecae Gobi (Fig. 655, 656).

Gobi, Script. bot. hort. Petrop. **1** (1886/87) 2. — De Toni, Syll. Alg. **2** (1889) 630. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 56. — Printz, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 397.

Syn.: *Peroniella gloeophila* Gobi, Script. bot. hort. Petrop. **15** (1899) 11. — Serbinow, Script. bot. hort. Petrop. **23** (1905) 1–18.

Abb.: Gobi, a. a. O. Taf. II (1886). — Serbinow, a. a. O. (1905) Taf. V. — Printz, a. a. O. (1927) Fig. 301. (Kopie nach Gobi). — Pascher, a. a. O. (1925) 56, Fig. 38*a* (Kopie nach Gobi).

Zellen kugelig bis verkehrt birnförmig mit zarter Membran und, soweit nach den Figuren Serbinows zu urteilen, nicht scharf abgesetztem Stiel, der an der Basis ein breites Haftscheibchen hat und entsprechend der Dicke der Gallerthülle der Wirtalge an Länge schwankt. Chromatophoren zahlreich, ungleich groß und manchmal gelappt, gelegentlich im oberen Teil der stielförmigen Verschmälerung. Vermehrung beobachtet: hierher beziehen sich die nach den Beobachtungen Gobis gemachten Angaben über Vermehrung durch Schwärmer. Junge Stadien nur mit zwei oder drei Chromatophoren. Stiel bei

[1]) Mit diesen Gattungen kann *Peroniella* leicht verwechselt werden.

[2]) Siehe auch die S. 799 angegebene *Peroniella minuta* und eine noch nicht genau beschriebene Form.

jenen Formen, die auf Wirtalgen ohne Gallerthülle leben, vollständig fehlend (siehe Fig. 656*d*). Zellen im erwachsenen Zustande bis 20 μ Durchmesser.

Vorkommen: Epiphytisch auf bzw. zur Hälfte in der Gallerte verschiedener Desmidiaceen: *Hyalotheca*, *Staurastrum* und wahrscheinlich auch anderer Formen. Nach den Wirtsalgen zu schließen, wohl in mehr saueren Gewässern. Bis jetzt aus Finnland, Rußland, Norwegen und Böhmen.

2. Peroniella planctonica G. M. Smith (1916) (Fig. 657, 658).

Smith, G. M., Bull. Torr. Bot. Cl. A. **43** (1916) 476; Wisc. Geol. and Nat. Hist. Survey Bull. **57** (1920) Ser. 12, S. 81; Freshw. Algae U.S.A. (1933) 156. — Prescott, G. W., et Croasdale, H. T., Transact. America Mic. Soc. **56**, Nr. 3 (1937) 271. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 56.

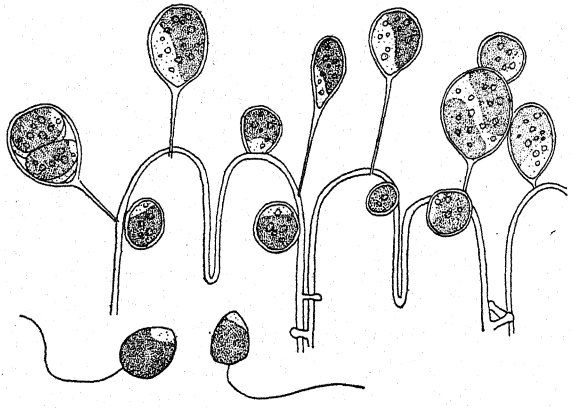


Fig. 657. *Peroniella planctonica* Smith. Verschiedene Entwicklungsstadien und ausgewachsene Zellen auf *Sphaerozosma* (nach Smith).

Abb.: Smith, Bull. Torr. Bot. Cl. A. **43** (1916) Taf. 25, Fig. 15; Wisc. Geol. Nat. Hist. Survey Bull. 57, Taf. 15 Fig. 14; Freshwater Alg. U.S.A. (1933) Fig. 100, S. 156. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 38*b*. — Prescott, G. W. et Croasdale, H. T., a. a. O. (1937) Fig. 18, S. 273.

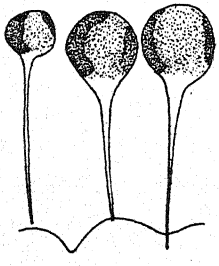


Fig. 658. *Peroniella planctonica* (nach Prescott und Croasdale).

Zellen breit eiförmig bis birnförmig. Meist nur ein, seltener zwei blaß gelbgrüne Chromatophoren ohne Pyrenoid. Stiel zart hyalin ohne basale Verbreiterung und ohne jede Andeutung eines Haftscheibchens. Zellen ohne Stiel 6–10 μ lang, mit Stiel 15–18 μ messend. Stiel nach Smith 1,2 μ breit.

Vorkommen: Lebt als Euplanktont epiphytisch auf Fäden der fadenförmigen Desmidiacee *Sphaerozosma*; bis jetzt nur im Plankton der Seen von Wisconsin und Massachusetts.

3. Peroniella curvipes PASCHER (1930) (Fig. 659, 660).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 446.

Abb.: PASCHER, a. a. O. Fig. 44, S. 446.

Zellen einzeln oder in kleinen Gruppen, verkehrt ei- bis verkehrt birnenförmig, vorne abgerundet und entweder ohne oder manchmal mit Verschmälerung in den Stiel verschmälert, der sehr zart, doch nicht fadendünn und bis sechsmal so lang als die Zelle ist. Haftscheibchen am Grunde, soweit gesehen, fehlend oder kaum angedeutet. Stiel oft vielfach gekrümmt. Chromatophoren einer oder zwei, seltener drei, wandständig, einer meist so stehend, daß er die Kuppe der Zelle auskleidet. Vermehrung nicht vollständig bekannt: schiefe bis quere Teilung des Protoplasten, Bildung zweier kleiner Schwärmer mit zwei sehr ungleichen Geißeln und nur einem, seltener zwei Chromatophoren. Weiterentwicklung nicht beobachtet.

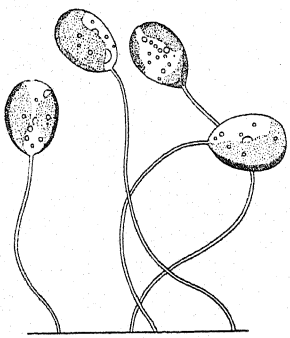


Fig. 659. *Peroniella curvipes.*

Zellen 6–9 μ lang, Stiel bis 40 μ messend.

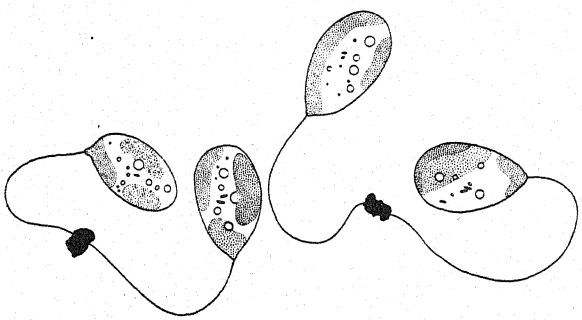


Fig. 660. *Peroniella curvipes:* Eine etwas abweichende Form mit besonders zarten Stielen. Auffallenderweise waren sehr häufig je zwei Zellen mit ihren Haftscheibchen verwachsen.

Vorkommen: Auf verschiedenen Algen, speziell Blaualgen festsitzend. Im schleimigen Aufwuchse der *Potamogeton natans-*

Blätter in den Musikantenteichen zu Hirschberg; auf *Utricularia* aus der Umgebung von Franzensbad in Böhmen.

Falls sich es herausstellen sollte, daß die Stielbildung von der der anderen Art abweicht, so gehört diese Art nicht mit den beiden anderen Arten zusammen. Siehe das bei der Gattungsbesprechung Gesagte. *Peroniella curvipes* umfaßt gewiß mehrere Formen.

Außer diesen drei Arten sind noch zwei *Peroniella*-Formen von Florence Rich angegeben worden.

Peroniella minuta Rich (1933) Fig. 661)

Rich, Fl., Leicestershire Lit. Phil. Soc. (1933) 21.

Abb.: Rich, Fl., a. a. O. (1933) Fig. 5 B, S. 22.

Unvollständig bekannte Art mit kugeligen Zellen, die auf sehr zarten, ungefähr doppelt so langem Stiele festsitzen, kein Haftscheibchen. Chromatophoren (nach den Zeichnungen zu schließen) einer bis drei. Kein Pyrenoid.

Zellen 3,5–7 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus England (Leicestershire) auf *Tribonema* und *Ulothrix*. Lebt nicht in der Gallerthülle von Algen.

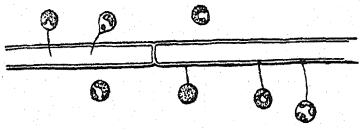


Fig. 661. *Peroniella minuta* (nach Rich).

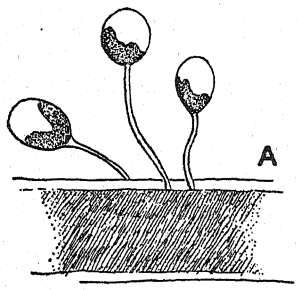


Fig. 662. *Peroniella* spec. (nach Rich).

Rich gibt ferner 1935 S. 153[1]) aus einem „Pan" in Süd-Rhodesien noch eine weitere *Peroniella*-Form ohne Beschreibung an. Die Zellen sind breit ellipsoidisch, 6–8 μ breit, 8–10 μ lang. Sie haben anscheinend nur einen Chromatophoren, der topfförmig aussieht und eigenartigerweise basal steht. Die Zellen sind mit einem doppelt so langen, auffallend kräftigen Stiel auf toten Spirogyren gefunden worden (siehe Fig. 662).

[1]) Rich, Fl., Contributions to our knowledge of the freshwater algae of Africa, 11. Algae from a "pan" in S. Rhodesia, Transact. R. Soc. South Africa **23** (1935) 107–160.

52. Harpochytrium Lagerheim (1890) (Fig. 663–672).

Name von ἡ ἅρπη = die Sichel und ἡ χυτρίς = der Topf.

Lagerheim, Hedwigia **29** (1890) 143. — Fischer, A. in Rabenhorst, Kryptog.-Fl. **1**, 4 (1892) 114. — Schröter, Nat. Pflanzenfam. **11** (1897) 77. — Wille in Petermanns Mitteil., Erg.-Heft **131**, S. 370/1. — Minden, Kryptog.-Fl. Brandenbg. **5** (1915) 359. — Scherffel, Arch. Prot. **54** (1926) 517. — Printz, Nat. Pflanzenfam. **3** (Aufl. 2) (1927) 399. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935).

Syn.: *Fulminaria* Gobi, Script. Hort. Bot. Petr. **15** (1899) 283. — *Rhabdium* Dangeard, Ann. myc. **1** (1903) 61. — Le Botaniste **9** (1903) 21.

Zellen einzeln oder in größeren Gruppen verschiedenen Algen aufsitzend oder anliegend, gerade bis leicht gekrümmt, hakenförmig bis halbkreisförmig gebogen, dabei schief oder lotrecht vom Wirtfaden abstehend oder sich mehr oder weniger um ihn herumlegend oder ihm in verschiedener Weise anliegend und förmlich auf ihm kriechend. Zellen langgestreckt spindelig, bis langgestreckt walzlich gegen das Vorderende lang verschmälert oder verschmälert-spitz, seltener kurz verschmälert abgerundet und bei einer Art sogar mit einem kleinen Membranspitzchen versehen. Membran zart bis derb, vielleicht bei einigen Arten aus zwei Teilen bestehend. Chromatophoren bei zwei bis jetzt bekannten Arten vorhanden, sonst die Zellen farblos und saprophytisch lebend. In den Zellen Fett und Öl-Tropfen (oft in Reihen hintereinander), manchmal in großen Ballen; auch Eiweißkriställchen. Zellen in der Jugend einkernig, im Alter mehrkernig.

Vermehrung durch Bildung von mehreren Schwärmern, wobei gewöhnlich der Protoplast einer Zelle nicht vollständig aufgebraucht wird. Meist teilt sich der Protoplast zunächst in zwei Portionen auf, die hintereinander liegen. Von diesen zerfällt nur der vordere in eine größere Zahl von Schwärmern, während der untere Teil sich neu behäutet und innerhalb der zur Hälfte entleerten Mutterzellhaut heranwächst. Er ist daher zum Teil mit einer doppelten Membran, dem unteren Teile der Mutterzellhaut und der von ihm neu gebildeten Haut, umgeben. Da sich der Vorgang wiederholen kann, kommt es dadurch oft zu recht verwickelten Durchwachsungsvorgängen, die im Einzelfall nicht immer leicht und vollständig gedeutet werden können.

Die Schwärmer haben nach den vorliegenden Angaben nur eine Geißel, es ist aber möglich, daß noch eine kurze Nebengeißel vorhanden ist. Ihre Protoplasten werden sehr leicht

amöboid, legen sich dem Substrate an, bilden ein kleines Plasmastielchen und verfestigen sich. Meist ist mit dem Festsetzen auch die Behäutung verbunden.

Bei einer Art Autosporen, vielleicht auch Aplanosporen beobachtet. Deren weiteres Verhalten aber nicht bekannt. Wahrscheinlich gehen aus den Sporen wieder Schwärmer hervor.

Harpochytrium ist in diesem Umfange sicherlich nicht einheitlich, sondern umfaßt vor allem die festsitzenden, farblosen Heterokonten, zu denen wegen der gleichen Art des Vorkommens und der Lagerung der Zelle noch zwei grüne Arten gestellt werden. Eine genauere Gliederung der Gattung wird erst möglich sein, wenn 1. die Vermehrung der bis jetzt beschriebenen Arten genau bekannt ist und 2. auch die Verfestigungsweisen der Zellen geklärt sind. Besonders in diesem Punkte scheinen sich die Arten sehr verschieden zu verhalten. *H. viride* und *H. Scherffelii* scheinen in die Wirtmembran nicht einzudringen, sondern sitzen aller Wahrscheinlichkeit unter Vermittlung eines kleinen Membran- oder Gallertkissens direkt auf. *H. Atkinsonianum* und *H. intermedium* dringen mittels eines freien Fortsatzes durch die Wirtmembran der Zelle durch. Die befallene Wirtzelle bildet unter dem Ende dieses Fortsatzes eine kleine Membranwucherung aus, die von verschiedenen Autoren fälschlich als das Haftscheibchen des *Harpochytrium* gehalten wurde, bis Scherffel den Tatbestand klärte. *H. tenuissimum* und *H. apiculatum* stehen vielleicht mit einem dünnen Stielchen direkt der Membran auf, während *H. Hyalothecae* mittels eines feinen Fadens die Gallerte der Wirtszelle durchdringt, ohne daß über den Zusammenhang zwischen Wirtszellenmembran und dem Ende dieses Haftfadens irgend etwas bekannt ist. Über die Verfestigungsweise der der Länge nach auf den Zellen des Wirtes aufliegenden bzw. kriechenden Arten *H. adpressum* und *H. vermiculare* ist nichts bekannt.

Da die farblosen Zellen von *Harpochytrium* nirgends in die Protoplasten der Wirtszellen eindringen, ist anzunehmen, daß kein sehr vorgeschrittener Parasitismus vorliegt, sondern die farblosen Arten von *Harpochytrium* mehr saprophytisch leben.

Harpochytrium ist deshalb bemerkenswert, weil es zeigt, daß auch aus den Heterokonten völlig farblose Organismen abzweigen können, was wieder für die phylogenetische Auffassung der Pilze als eine mannigfach zusammengesetzte, polyphyletische Reihe von Bedeutung ist. Daß *Harpochytrium* eine Hetero-

konte ist, vermutete ich bereits 1925, S. 16, während SCHERFFEL durch den Nachweis einer grünen Form (*H. viride*) die Richtigkeit dieser Auffassung belegen konnte. Vielleicht wird es später möglich sein, einzelne Arten von *Harpochytrium* an bestimmte, festsitzende Heterococcalen anzuschließen. Man kann bis zu einem gewissen Grade *Characidiopsis*, *Characiopsis*, *Dioxys* als Ausgangspunkte für solche farblose Entwicklungen betrachten, besonders mit Hinblick darauf, daß *Dioxys* (siehe Fig. 652 *g*) die gleichen Durchwachsungserscheinungen zeigt wie *Harpochytrium*. Damit ist auch der Nachweis erbracht, daß die für so viele Pilze charakteristischen Durchwachsungen entleerter Zoosporangien im Prinzip auch bei grünen Algen vorkommen.

Es wäre aber verfehlt, alle farblosen, festsitzenden und einzelligen Organismen vom Habitus der Gattung *Harpochytrium* als farblose Heterokonten aufzufassen. Ich konnte seinerzeit klar[1]) zeigen, daß auch die Chlorophyceengattung *Characium* farblose Arten ausgebildet hat, die sich durch die Gestalt der Schwärmer einwandfrei als zu *Characium* gehörig erwiesen [*Characium* (*Hyalocharacium*) *Chrysopyxidis* (PASCHER, a. a. O. Fig. 1, S. 392)]. Hier sei auch auf die merkwürdige, festsitzende, einzellige, farblose Gattung *Gloxidium* KORSCHIKOFF (Arch. Prot. 74_2 249–258, Jg. 19/20, S. 256) hingewiesen, die einem schief ansitzenden *Characium* oder einer *Characiopsis* sehr gleicht, sich aber durch Bildung von vier gestreckten Autosporen von ihnen unterscheidet. Es lebt auf Rotatorien.

Leider ist die Beschreibung der Schwärmer von *Harpochytrium* völlig unzureichend und neue Beobachtungen darüber sind dringend nötig.

Eine besondere Untersuchung erfordert die Schwärmerbildung bzw. die Durchwachsung. Es sind da vor allem zwei Fälle möglich. In einem teilt sich der Protoplast in zwei Teile, von denen der eine nach völliger Ablösung vom unteren die Schwärmer bildet. Im anderen Falle teilt der ungeteilte Protoplast seinen vorderen Teil in die Schwärmer auf, während der untere Teil des Protoplasten nicht in die Schwärmerbildung einbezogen wird; es bleibt im unteren Teil der Zelle ein Protoplastenrest über, der sich manchmal erst nach Austreten der Schwärmer aus der Zelle behäutet.

Wie bereits bemerkt, scheinen derzeit in der Gattung *Harpochytrium* Arten zusammengefaßt zu werden, die generisch viel-

[1]) PASCHER, Eine neue farblose Chlorophycee. Beihefte Bot. Centralbl. **45**/I, 390–400.

leicht nicht zusammengehören. In Analogie zur Anordnung farbloser und gefärbter Verwandten wäre es vielleicht angezeigt, die grünen Formen von den farblosen völlig zu trennen. Da der Umfang der Gattung recht künstlich und vorläufig ist, sind hier die gefärbten Arten als Untergattung *Chytridiochloris* den farblosen Arten: *Harpochytrium* i. e. S. gegenübergestellt. Auch die farblosen zerfallen in mehrere Gruppen. die miteinander kaum etwas zu tun haben.

Bestimmungsschlüssel der derzeit bekannten Arten[1]):

I. Arten mit gut entwickelten Chromatophoren
Untergattung ***Chytridiochloris.***
1. Chromatophor einer, Zellen mehr keulenförmig ohne stielartige Verschmälerung . . . . . **H. viride *1.***
2. Chromatophoren mehrere, Zellen mehr walzlich, gegen den Grund verschmälert, vielleicht mit Stielchen . . . . . **H. Scherffelii *2.***

II. Arten ohne Chromatophoren, farblos.
Untergattung ***Harpochytrium*** i. e. S.
1. Zellen nicht oder nur selten den Wirtalgen anliegend, meist deutlich bis lotrecht von ihnen abstehend, mit dem Stielchen die Wirtmembran durchsetzend
   A. Zellen bis 13 und mehr μ dick . . . . . **H. Atkinsonianum *3.***
   B. Zellen diese Dicke nicht erreichend **H. intermedium *4.***
2. Zellen oft quer zu dem Faden laufend, mit einem kurzen Stielchen die Membran durchsetzend . . . . . **H. Hedinii *5.***
3. Zellen nicht quer um den Wirtfaden laufend sondern ihm mehr oder weniger der Länge nach oder unregelmäßig anliegend.
   A. Zellen mit einem feinen Stiel die Wirtgallerte durchsetzend, meist sichelig vom Stiel abgebogen . . . . . **H. Hyalothecae *6.***
   B. Zellen etwas unregelmäßig keulenförmig, dem Faden mehr oder weniger der Länge nach anliegend[2]) . . . . **H. adpressum *7.***

Untergattung ***Chytridiochloris.***

1. Harpochytrium viride Scherffel (1926) (Fig. 663).

Scherffel, Arch. Prot. **54** (1926) 519.

Syn.: *Chytridiochloris viridis* Pascher in not.

Abb.: Scherffel, a. a. O. (1926) Taf. 28, Fig. 19, 20.

---

[1]) Vgl. dazu die im Anschlusse an *H. intermedium* beschriebenen, nicht ganz gesicherten Arten *H. tenuissimum* Korschikoff (S. 807) und *H. apiculatum* (S. 809) und *H. vermiculare* (S. 812).

[2]) Vgl. dazu die im Anschlusse an *H. depressum* beschriebene Art *H. vermiculare*.

Zellen gestreckt keulenförmig, gegen die Basis leicht verjüngt und mit halbkugelig abgerundetem Grunde aufsitzend, zumeist quer zum Faden gelagert, dem Faden aber wahrscheinlich nicht direkt aufliegend. Membran zart. Chromatophor einer, groß, mulden- bis rinnenförmig und wandständig, den unteren Teil der Zelle freilassend. In der Zelle am Grunde ein Ballen einer farblosen Substanz (vielleicht Leukosin), die nach oben hin vertieft erscheint. Schwärmerbildung wahrscheinlich, da durchwachsene Stadien (siehe Fig. 663) beobachtet sind.

Zellen bis 30 μ lang, bis 8 μ dick.

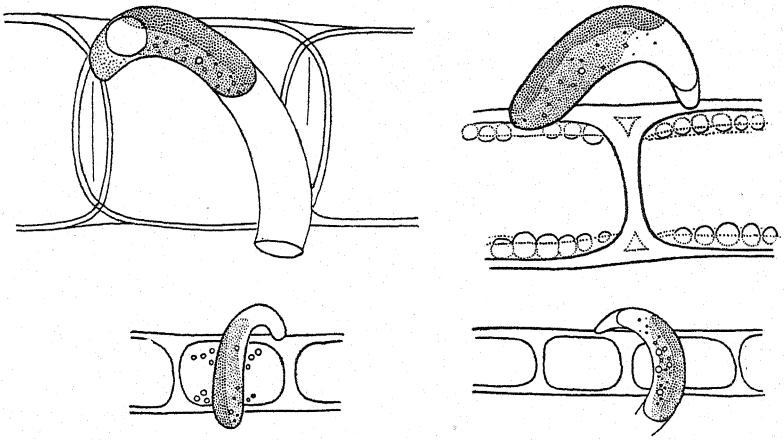


Fig. 663. *Harpochytrium viride:* rechts oben und links unten: ältere, jüngere Zelle; links oben und rechts unten: offene Zellen. Der Protoplast hat sich geteilt, der vordere dieser Teilprotoplasten wurde zu Schwärmern aufgeteilt, die ausgeschwärmt sind, während der untere sich neu behäutete (Durchwachsung) (nach SCHERFFEL).

Vorkommen: Auf *Microspora* bislang nur in einem zeitweise austrocknenden Tümpel des Moores östlich vom Csorbaer See in den Karpaten.

2. Harpochytrium Scherffelii (Fig. 664).

Syn.: *Chytridiochloris Scherffelii* PASCHER in not.

Zellen ausgesprochen walzlich, gegen die Basis kurz bis abgerundet verschmälert, vorne ebenfalls verschmälert und stumpf bis abgerundet. Vielleicht mit einem kleinen Stielchen festsitzend, entweder quer oder etwas schief um den Wirtsfaden laufend und ihm allem Anscheine dicht anliegend. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig bis gestreckt eirund-muldenförmig, das untere Ende der Zelle freilassend, sonst aber recht

gleichmäßig über die Zelle verteilt. Fett und Öltröpfchen, auch einzelne Eiweißkristalle. Durchwachsene Stadien gesehen.

Zellen bis 6 μ dick, bis ca. 30 μ lang oder länger.

Vorkommen: Auf dicken Spirogyren aus einem Altwasser der Kalten Moldau bei Tusset im Böhmerwald. Wahrscheinlich wärmeliebender Organismus.

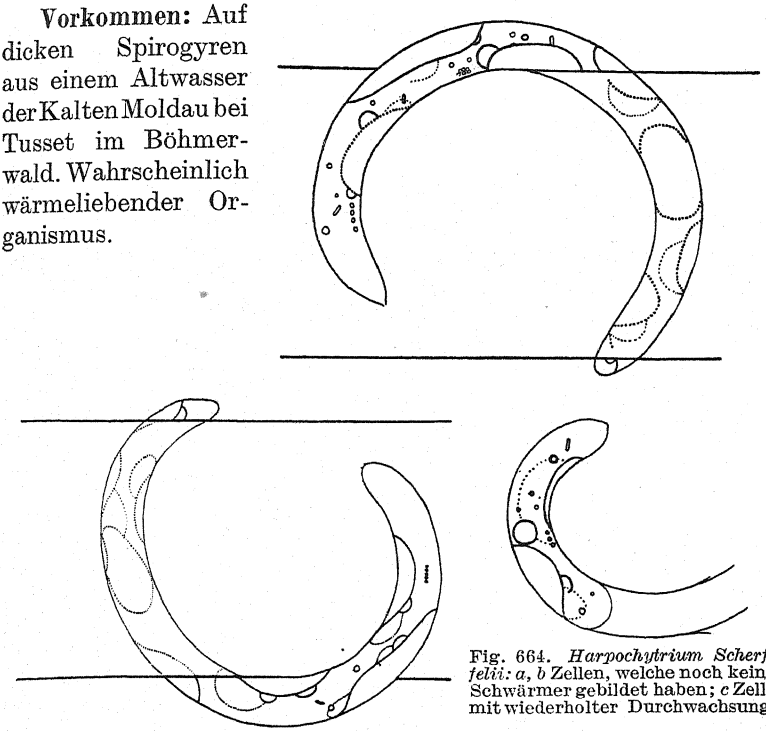


Fig. 664. *Harpochytrium Scherffelii: a, b* Zellen, welche noch keine Schwärmer gebildet haben; *c* Zelle mit wiederholter Durchwachsung.

Untergattung ***Harpochytrium*** i. e. S.

3. Harpochytrium Atkinsonianum (Fig. 665).

Syn.: *Harpochytrium Hedinii* Atkinson, Ann. Myc. **1** (1903) z. T. ab 497.

Abb.: Atkinson, a. a. O. (1903) Taf. 10, Fig. 1–19, nicht aber 24. (Kopie nach Dangeard), welche ein richtiges *H. Hedinii* darstellt.

Zellen meist schief zur Fadenrichtung stehend, meist leicht gekrümmt, sich nur selten quer um den Faden legend, manchmal dadurch, daß sich Schwärmer an der Zelle festsetzen, zwei oder auch mehrzellige Verbände bildend. Zellen mit einem kurzen in die Wand eindringenden Stielchen verfestigt, dabei nicht selten noch über das Stielchen hinaus verlängert, so daß das Stielchen oft nicht am Ende, sondern vor dem Ende seitlich eingefügt zu sein scheint. Zellen im gut ausgebildeten Zu-

stande plump walzlich, gegen den Grund lang und allmählich verschmälert, gegen das andere Ende aber lang verschmälert oder kurz zusammengezogen und dann noch ein wenig vorgezogen. Im allgemeinen größte Dicke im unteren Drittel. Schwärmer beobachtet, siehe Gattungsbeschreibung.

Zellen 5–10 μ, bis 14–20 μ und noch mehr dick, bis 15 μ lang.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Nordamerika auf *Spirogyra* gesehen. Auf *Zygnema* aus einem Randtümpel eines Teiches bei Budweis i. B. in Formen, die noch gedrungener waren als die von ATKINSON abgebildeten Formen (14–20 μ Dicke messend).

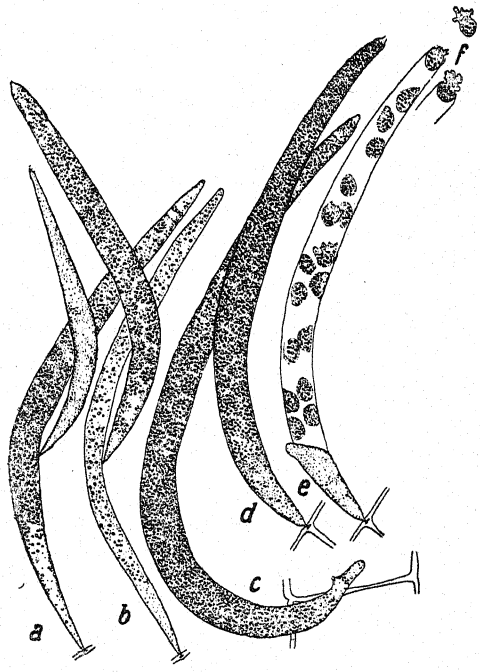


Fig. 665. *Harpochytium Atkinsonianum: a, b, c, d* vegetative Zellen, bei *a* und *b* haben sich Schwärmer an vegetativen Zellen festgesetzt und eine Art zweizelliger Kolonien gebildet; bei *c* und *d* beginnende Schwärmerbildung; *e* Austritt der amöboiden Schwärmer, der nicht zu Schwärmern verbrauchte untere Teil des Protoplasten hat sich neu behäutet, bei *c* beachte die seitliche Einfügung des Stielchens (nach ATKINSON).

4. Harpochytrium intermedium ATKINSON (Fig. 666).

ATKINSON, Ann. myc. **1** (1903) 494, 500. — SCHERFFEL, Arch. Prot. **54** (1926) 54.

Abb.: ATKINSON, a. a. O. (1903) Taf. X, Fig. 22/3. — SCHERFFEL, a. a. O. (1926) Taf. 28, Fig. 13–16.

Zellen vom Wirte gerade oder schief abstehend, gerade oder ganz schwach gekrümmt, walzlich und dabei lang zugespitzt, basal nicht verschmälert, sondern ziemlich, oft sogar sehr rasch in ein kleines, schwaches Stielchen zusammengezogen. Durchwachsungen recht häufig zu sehen.

Zellen 4–6 μ dick und bis über 100 μ lang.

Vorkommen: Auf verschiedenen Algen (*Microspora, Conferva* u. a.) aus Nordamerika, Deutschland (Minden) und aus den

Karpaten (entwässertes Moor westlich vom Csorba-See). Sicher recht verbreiteter Organismus.

In die Nähe des *Harpochytrium intermedium* gehört das von KORSCHIKOFF beschriebene

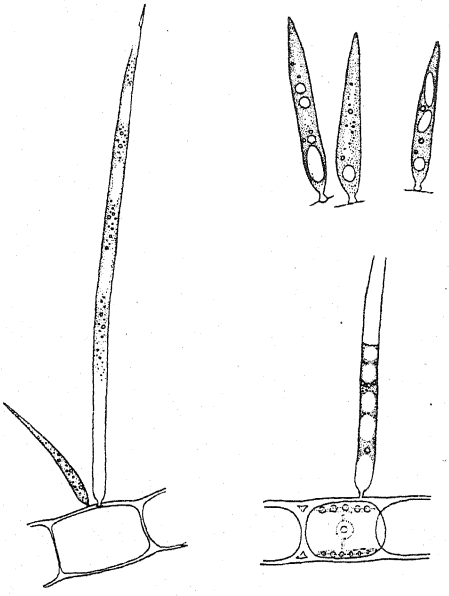


Fig. 666. *Harpochytrium intermedium: a, b, c, d* junge Zellen; *e* alte Zelle; *f* Zelle, deren oberer Teil in Form von Schwärmern ausgetreten ist. (Nach SCHERFFEL.)

Harpochytrium tenuissimum KORSCHIKOFF (1931) (Fig. 667).

KORSCHIKOFF, Arch. Prot. **74** (1931) 257.

Abb.: KORSCHIKOFF, a. a. O. Fig. 21, 22, S. 258.

Zellen gerade bis ganz leicht gebogen, gerade vom Wirte abstehend oder etwas schief dazu, nach vorne kürzer verschmälert spitz als *H. intermedium*, basal etwas verschmälert und vielleicht manchmal ohne jeden Stiel festsitzend (?). Ältere Zellen mehrkernig.

Zellen dünner als bei *H. intermedium*, nur 2–2,5 μ messend.

Vorkommen: Rußland: Lutzino-Moor, bei der hydro-physiol. Station Zwenogorod (auf *Oedogonium*). In einer etwas schmäleren Form von mir auf einem derben *Zygnema* gesehen (Gräben längs der Straße Neuern-Glashütten im Böhmerwald).

Vielleicht stellt *H. tenuissimum* nur eine extreme Variante zu *H. intermedium* dar. Allerdings sind die Zellenden bei beiden etwas verschieden gestaltet.

In diese aus *Harpochytrium intermedium* und *H. tenuissimum* gebildete Gruppe gehört auch eine Form, die ich leider nicht vollständig untersuchen konnte. Ihre Zellen sind mehr walzlich, junge Zellen gestreckt spindelförmig walzlich; dabei

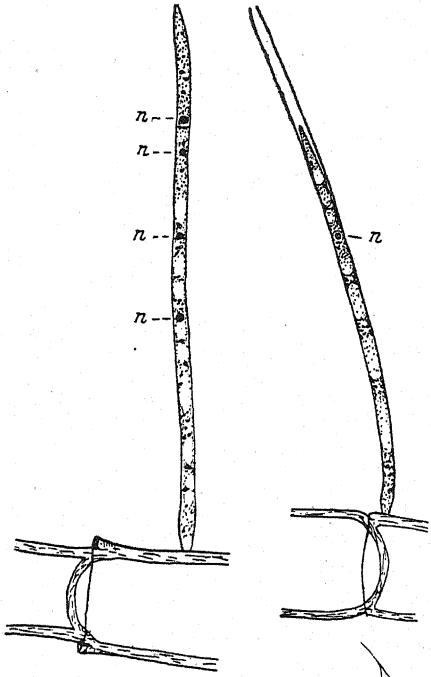


Fig. 667. *Harpochytrium tenuissimum*, die rechte Zelle mit Durchwachsung (n = Zellkerne) (nach KORSCHIKOFF).

sind die Zellen gerade oder gekrümmt, liegen aber dem Substrate nicht an, sondern stehen mehr oder weniger von ihm ab. Gegen die Basis sind die Zellen manchmal auch schief und ungleich seitlich verschmälert, nicht selten deutlich vereisent, wobei vielleicht ein eigenes Stielchen gebildet wird. Nach vorne sind Zellen, welche noch keine Durchwachsungen zeigen, allmählich doch kurz und ziemlich scharf zugespitzt und schließlich in ein kleines Spitzchen oder in eine kurze Borste ausgezogen. Die Zellen sind 4–6 μ dick.

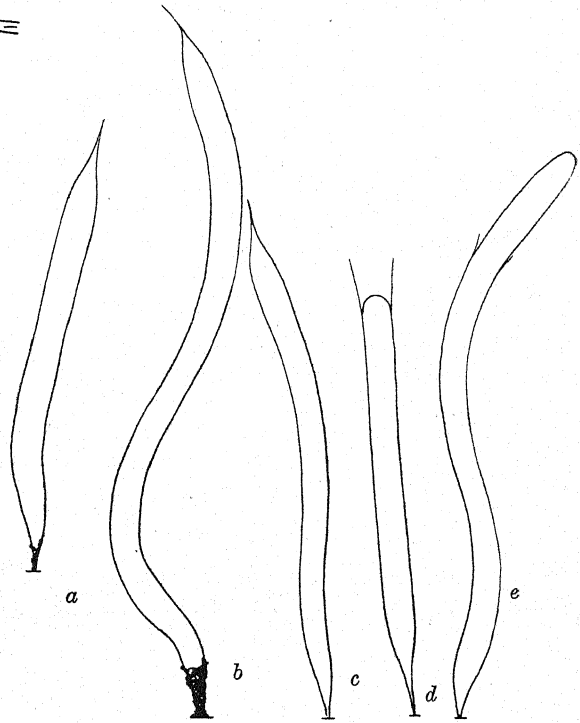


Fig. 668. *Harpochytrium apiculatum*: *a*, *b*, *c* Zellen, die noch keine Schwärmer gebildet haben; *d*, *e* Zellen mit Durchwachsungen.

Einmal in jungen und alten Zellen auf einer zugrunde gegangenen *Microspora* beobachtet, aus einem Kolke des Koppenplanmoores im Riesengebirge. Ich bezeichnete diese Form in meinen Aufzeichnungen als ***Harpochytrium apiculatum*** (Fig. 668).

Zellen, welche die ursprüngliche vordere Zuendung nicht mehr zeigen, sind kaum mit Sicherheit *Harpochytrium apiculatum* zuzuordnen.

5. Harpochytrium Hedinii[1]) Wille (1900) (Fig. 669).

Wille, Petermanns Mitteil. (Erg.-Heft) **131** (1900) 371. — Minden, Kryptog.-Flora Brandenbg. **5** (1915) 360. — Scherffel, Arch. Prot. **54** (1916) 520.

Syn.: *Fulminaria Hedinii* Wille, Nyt. Magaz. Naturvidenskab. **41** (1903) 175. — *Rhabdium acutum* Dangeard, Ann. Myc. **1** (1903) 61–64; Le Botan. **9** (1903) 21 (als *Rhabdium Hedinii*); Ac. Scienc. Compt. Rend. Nr. 7.

Abb.: Wille, a. a. O. (1900). — Atkinson, Ann. Myc. **1** (1903) Fig. A, B, C (?) und F, S. 496, Taf. 10, Fig. 24 (Kopie nach Dangeard). — Dangeard, a. a. O. (1903) Taf. 1. — Ac. Sc. C. R. Nr. 7, Taf. 136. — Scherffel, a. a. O. (1925) Taf. 28, Fig. 11/2. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 3. Aufl. **2** (1927) Fig. 304 (Kopie nach Atkinson (?). Nicht aber *Harpochytrium Hedinii* im Sinne Atkinsons, Ann. Myc. **1** (1903) ab S. 479.

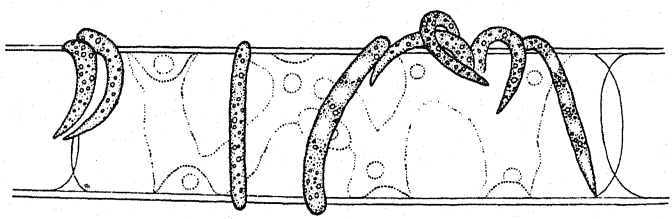


Fig. 669. *Harpochytrium Hedinii* (nach Scherffel).

Zellen kaum gestielt, sondern mit der Basis mehr minder direkt aufsitzend, die Wand des Wirtes fein durchbohrend, selten gerade, meist stark gekrümmt und nicht selten quer über den Wirtfaden laufend, walzlich, nach vorne verschmälert und im noch nicht durchwachsenen Zustande spitz bis deutlich zugespitzt. Manchmal leicht buckelig.

Zellen 3–7 μ dick, bis 30 μ und mehr lang.

---

[1]) Die meisten Autoren schreiben irrtümlich *Hedenii*. Der Organismus ist aber von Wille zu Ehren des berühmten Reisenden Sven Hedin benannt worden.

Vorkommen: Recht verbreiteter Organismus meist auf Zygnemalen (*Spirogyra* oder *Zygnema*). Vielleicht auch auf einer in Schleim eingehüllten *Bulbochaete* (wenn es sich hier nicht um eine eigene Art handelte).

Nichts mit diesem *Harpochytrium Hedinii* hat jene Art zu tun, die ATKINSON als *H. Hedinii* untersuchte und beschrieb: siehe *H. Atkinsonianum* S. 805.

6. Harpochytrium Hyalothecae LAGERHEIM (1890) (Fig. 670).

LAGERHEIM, Hedwigia **29** (1890) 143. — SCHRÖTER in RABENHORST, Kryptog.-Fl. **4** (Pilze) (1892) 114. — SCHRÖTER, Nat. Pflanzenfam. **1**, 1 (1897) 77. — ATKINSON, Ann. Myc. **1** (1903) 500. — SCHERFFEL, Arch. Prot. **54** (1926) 521. — MINDEN, Krypt.-Fl. Brandenbg. **5** (1915) 361.

Abb.: LAGERHEIM, a. a. O. (1890) Taf. 2, Fig. 1–4. — GOBI, a. a. O. (1899). — ATKINSON, a. a. O. (1903) Taf. 10, Fig. 20, 21, 25 (nach GOBI, 26 nach LAGERHEIM). — SCHERFFEL, a. a. O. (1926) Taf. 28, Fig. 9, 10.

Syn.: *Fulminaria gloeophila* GOBI, Scripta hort. bot. Petr. **15** (1899) 283–292. — WILLE, Nyt. Mag. Naturvidenskab. **41** (1903) 175.

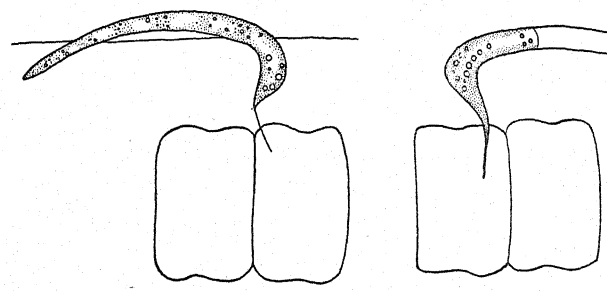


Fig. 670. *Harpochytrium Hyalothecae: a* noch nicht ausgeschwärmte Zelle, *b* Zelle, deren vorderer Teil bereits ausgeschwärmt ist (nach SCHERFFEL).

Zellen mit einem sehr langen, feinen Stiel, dessen Länge von der Mächtigkeit der Gallerte der Wirtalge abhängt, festsitzend und von diesem Stiele so abgebogen, daß sie dem Wirtfaden anliegt, wobei keine strenge Beziehung zwischen Orientierung der Zelle und der Richtung des Wirtfadens besteht, wenn auch sehr häufig die Richtung der Zellen mit der Längsrichtung des Fadens zusammenfällt. Zellen gewöhnlich leicht gekrümmt, gegen die Basis erweitert und gegen das Ende verschmälert, doch nicht verschmälert zugespitzt. Durchwachsungen recht häufig.

Zellen bis 40 μ lang, bis 5 μ dick.

Vorkommen: Recht verbreitete Art, meist auf *Hyalotheca dissiliens*, doch auch auf *Sphaerozosma*, *Cosmocladium*, *Dictyosphaerium* und auch auf Palmella-Stadien verschiedener Chlamydomonadinen. Bis jetzt aus Finnland, Schweden, Nordamerika, Karpaten, Böhmen, Deutschland.

v. MINDEN meint (1915) 361, daß diese Art vielleicht mit *H. Hedini* identisch ist. Das ist wohl nicht der Fall. Es ist nicht ausgeschlossen, daß *H. Hyalothecae* mehrere, einander nahestehende Arten umfaßt.

7. **Harpochytrium adpressum** SCHERFFEL (1926) (Fig. 671).

SCHERFFEL, Arch. Prot. **54** (1926) 521.

Abb.: SCHERFFEL, a. a. O. (1926) Taf. 28, Fig. 17, 18.

Zellen der ganzen Länge nach auf dem Substrate (bei Zellfäden entweder in der Richtung des Fadens oder schief dazu) liegend und förmlich auf ihm kriechend. Verfestigung nicht

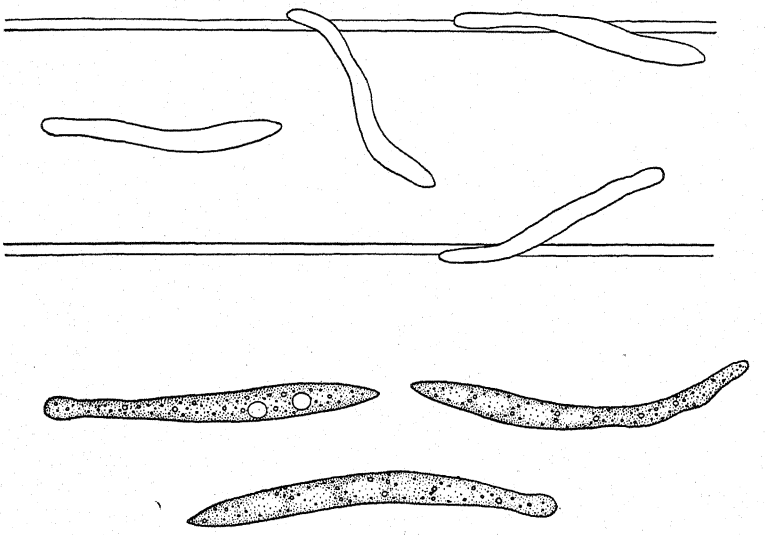


Fig. 671. *Harpochytrium adpressum:* *a* mehrere Zellen, die auf einem Zellfaden liegen; *b* drei Einzelzellen (nach SCHERFFEL).

näher bekannt. Der eine Teil der Zelle verschmälert und am Ende deutlich abgerundet, walzlich und dabei etwas bucklig, der andere Teil ein wenig keulig, wenn auch manchmal etwas unregelmäßig und auch schief verbreitert und schließlich verschmälert stumpf bis spitz. Zellen dabei annähernd gerade

oder leicht gekrümmt. An der Sporenbildung beteiligt sich vielleicht nur der obere keulige Teil.

Zellen bis 50 μ lang, bis 4 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus den Karpaten (Neudorf = Igló Novaves in der Zips).

Nach unserer derzeitigen Kenntnis steht diese Art ganz vereinzelt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Organismus vielleicht keine engere Verwandtschaft zu den anderen Arten hat und als eigene Gattung herausgenommen werden muß.

Hier sei anhangsweise angereiht ein Organismus, der vielleicht zu *Harpochytrium* gehört. Zellen auf der Gallerte großer Spirogyren kriechend, sehr dünn walzlich, fast fadenförmig, in mannigfacher Weise gekrümmt und geschlängelt, vielleicht mehr, doch nicht ausschließlich in der Längsrichtung des Wirtfadens wachsend, doch auch, besonders in den Rinnen zwischen zwei Zellen, in diesen quer zum Faden wachsend.

Zellen nur 1,5 μ bis 2 μ dick, bis 100 μ und länger, deutliche Durchwachsungen zeigend (Fig. 672) ***(Harpochytrium* (?) *vermiculare).***

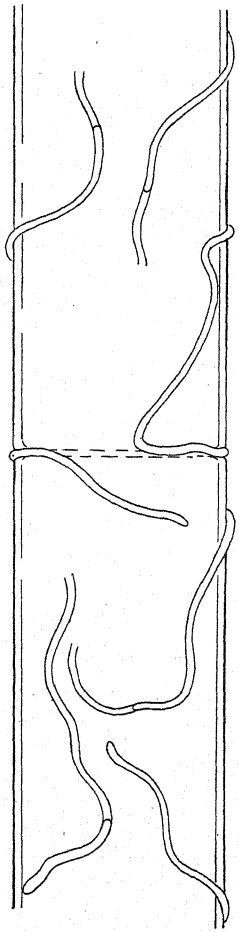


Fig. 672. *Harpochytrium vermicularis.* Mehrere Zellen auf einem *Spirogyra*-Faden kriechend, bei einzelnen der vordere Teil des Protoplasten bereits ausgeschwärmt.

Chloropediaceae.

Kolonien dadurch gebildet, daß die direkt aufsitzenden (möglicherweise auch gelegentlich freien) Zellen ihre zu zwei oder vier gebildeten Autosporen nebeneinander stehend durch die lange erhalten bleibende Mutterzellhaut vereinigen. Dabei können die Kolonien auf zwei oder vier Zellen beschränkt bleiben oder aber der Vorgang kann sich wiederholen, so daß auf

diese Weise einschichtige, tafelförmige Zellverbände entstehen, innerhalb welcher die Zellen zu Zweier- oder Vierer-Gruppen zusammengefaßt erscheinen. Solche Kolonien sitzen dann mit breiter Fläche dem Substrat auf und erwecken den Eindruck von Parenchymen (siehe S. 679, 681/3). Möglicherweise gibt es auch freilebende, flächige Kolonien. Daneben auch Schwärmerbildung, Schwärmer nach kurzer Zeit zur Ruhe kommend und eine direkt festsitzende Zelle bildend, welche auf die beschriebene Weise entweder Zweier- oder Vierer-Kolonien oder Vielfache von ihnen bildet.

Wenig bekannte Familie, zwei Gattungen:

Kolonie nur zwei- oder vierzellig, immer festsitzend . . **Lutherella** ***53.***
Kolonie nur in der Jugend zwei- oder vierzellig, später sehr vielzellige, flächenhafte, einschichtige Verbände bildend, in denen die Zellen oft zu zwei oder vier zusammengefaßt erscheinen . . . . . **Chloropedia** ***54.***

53. Lutherella Pascher (1930) (Fig. 673–678).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 442. — Fritsch, Struct. et Rep. Alg. **1** (1935) 488.

Name nach dem Biologen Luther[1]), Prof. der Zoologie in Helsingfors.

Zellen epiphytisch auf Fadenalgen oder anderem Substrat lebend, ungestielt direkt der Basis aufsitzend, kugelig bis ellipsoidisch oder eiförmig bis verkehrt eiförmig, zunächst einzeln, im entwickelten Zustand aber in Zweier- oder Vierer-Grüppchen beisammenstehend. Zellen mit zarter, nicht skulpturierter Membran; vielleicht gelegentlich zarte Gallerthülle vorhanden. Chromatophoren einer bis mehrere, wandständig, zart, oft mit gelappten Rändern; Fett und Öltröpfchen; bei einer Art auch rotes Exkretöl. Vermehrung entweder durch Schwärmer oder durch Autosporen, Schwärmer meistens zu zweien oder vieren gebildet, sehr formveränderlich, ja gelegentlich völlig amöboid mit einem oder mehreren wandständigen Chromatophoren und, soweit gesehen, mit punktförmigem Stigma. Sie schwärmen nur sehr kurz, oft nur Sekunden und setzen sich sehr häufig in die unmittelbare Nachbarschaft der Mutterzelle schief mit dem Vorderende fest. Autosporen zu zwei oder vier gebildet, sie werden nicht frei, sondern bleiben am Ort der Mutterzelle kleben, wobei die gedehnte Membran der Mutterzelle verschleimt oder verschwindet. Solche Zweier- oder Vierer-Gruppen

[1]) Luther war es, der die Algenreihe der Heterokonten aufstellte; von ihm rührt auch der Name *Heterokontae* her.

oft dicht in größerer Menge, meist mit deutlichen Zwischenräumen nebeneinander (Unterschied gegen *Chloropedia*). Andere Stadien und vor allem Cysten nicht gesehen.

Der Gattung *Lutherella* entspricht unter den freilebenden Heterococcalen *Ilsteria* SKUJA et PASCHER; bis zu einem gewissen Grade stellt *Lutherella* eine festsitzende *Ilsteria* vor.

Lutherella unterscheidet sich von den ähnlichen ungestielten oder kurz gestielten *Characiopsis*- oder *Chlorothecium*-Arten durch die charakteristische Zweier- oder Vierer-Gruppenbildung. Parallelausbildungen bei anderen Algenreihen sind: *Tetraciella* PASCHER et PETROVÁ unter den Protococcalen. Eine gewisse Ähnlichkeit hat auch *Sykidion* WRIGHT, das aber keine regelmäßigen Grüppchen bildet und sich mit einem Deckel öffnet. Diese beiden Gattungen besitzen rein grüne, glockenförmige Chromatophoren mit einem Pyrenoid und haben Stärke. Unter den Chrysophyceen ist es *Epichrysis* PASCHER, deren mehr oder weniger kugelige Zellen ebenfalls in Zweier- oder Vierer-Gruppen auf Algenfäden festsitzen können, aber braune Chromatophoren haben. Im Tode ist *Epichrysis* grün und kann von *Lutherella* nicht mehr unterschieden werden; fixiertes Material gibt daher zu Verwechslungen Anlaß.

Von den vier derzeit gesehenen Formen sind zwei Arten gut und zwei weniger bekannt:

I. Zellen fast kugelig, sehr klein, 4–6 μ messend **Lutherella globulosa 1.**

II. Zellen nicht kugelig

1. Zellen ellipsoidisch, meist mit einem einzigen, großen Chromatophoren; 6–10 μ, meist um 8 μ groß **Lutherella adhaerens 2.**
2. Zellen nicht ellipsoidisch, mit mehreren Chromatophoren

A. Zellen verkehrt eiförmig, um 10 μ groß **Lutherella obovoidea 3.**

B. Zellen eiförmig bis birnförmig, meist nur um 6 μ groß **Lutherella pyriformis 4.**

1. Lutherella globulosa (Fig. 673).

Syn.: *Lutherella adhaerens* z. T. PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 442.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1930) Fig. 40a, S. 443.

Zellen ausgesprochen kugelig, oft sogar etwas abgeplattet mit zarter, leicht verschleimender Membran; die Zellen einer Zweier- oder Vierergruppe meist nicht sehr aneinander gedrängt, oft sogar deutlich voneinander abstehend (vielleicht in der Jugend Gallertbildung). Chromatophoren meist einer, meist wandständig, muldenförmig, die halbe Zelle oder mehr auskleidend,

selten zwei oder mehrere Chromatophoren. Schwärmer nicht gesehen.

Zellen 5–6 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Auf verschiedenen Fadenalgen: *Microspora*, *Oedogonium*, *Bulbochaete* (auch auf den Haaren von *Bulbochaete*. Hier nur meist in Zweiergruppen). Meist in größeren Mengen auftretend; wiederholt gesehen. Altwässer der Traun

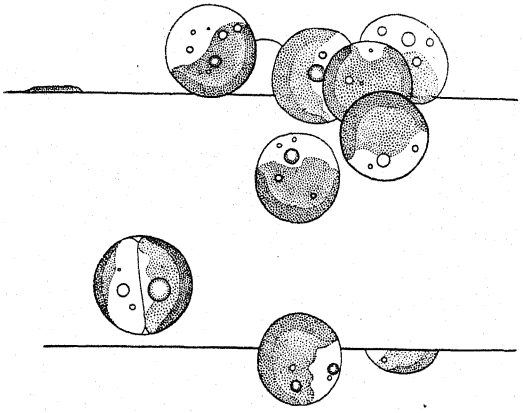


Fig. 673. *Lutherella globulosa:* Einzelne Zellen, Zellen in Teilung und Zellgruppen.

bei Ischl; Moldaualtwässer, aus Teichufern Südböhmens, vielleicht kalkholde Form, die sehr leicht mit der Grünalge *Tetraciella* verwechselt werden kann. In meiner Arbeit von 1930 habe ich diese Art für gleich mit der Art *Lutherella adhaerens* gehalten. Seit der Zeit lernte ich die beiden Arten morphologisch unterscheiden, wozu noch der Umstand kommt, daß *Lutherella globulosa* an anderen Standorten vorkommt.

2. Lutherella adhaerens Pascher (1930) (Fig. 674, 675).

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 442 z. T.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1930) Fig. 40b, c, d, S. 443.

Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, gegen die Basis nicht verschmälert, immer mit sehr zarter, vielleicht leicht verschleimender Membran, nur einem großen, an dem Rande etwas gelappten, wandständigen Chromatophoren, der meist nur eine Längsseite und das Vorderende der Zelle auskleidet. Schwärmer sehr metabol, mit Stigma und einer Nebengeißel, die kaum ein Viertel der Hauptgeißel mißt. Amöboide Stadien gesehen, auch animalische Ernährung. Andere Stadien nicht beobachtet.

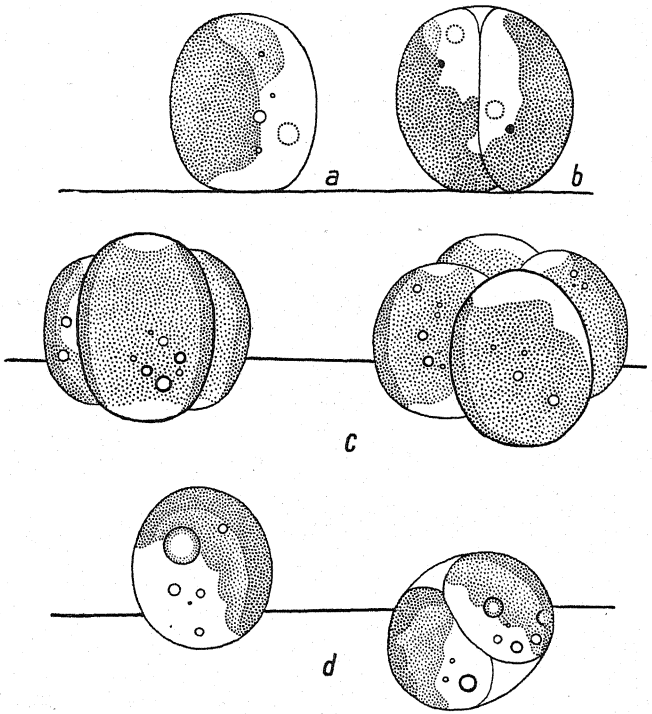


Fig. 674. *Lutherella adhaerens:* *a*, *b* Einzelzelle und Schwärmerbildung; *c*) Vierergruppen; *d* Einzelzelle und Autosporenbildung.

Zellen 7–10 μ, meist 8 μ hoch, 4–6 μ breit.

Vorkommen: Epiphytisch auf verschiedenen Fadenalgen, Blaualgen, Zygnemataceen. Verbreitet, aber immer nur in geringer Menge auftretend. Gelegentlich auch auf dickwandigen Oedogonien und auf Bulbochaeten, deren Membran mit Poren versehen erscheint. Selten auch auf *Tribonema* und *Microspora*; auch im Algenaufwuchs verschiedener Wasserpflanzen (Potamogeton) und vielleicht auch auf anorganischer Unterlage. Soweit gesehen in Wässern mit niedrigeren p_H-Werten: Kolke am Pirtschenteich bei Franzensbad in Böhmen, Gräben bei der Toten Au in Südböhmen, Musikantenteich bei

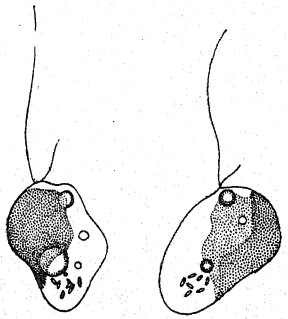


Fig. 675. *Lutherella adhaerens:* Schwärmer.

Hirschberg in Böhmen. Vielleicht mehrere Formen vorhanden, da ich einmal bis 16 μ große Zellen sah.

Die beiden folgenden Arten sind nicht ganz gesichert:

3. Lutherella obovoidea (Fig. 676, 677).

Zellen ausgesprochen verkehrt eiförmig, oft unregelmäßig bis schief birnförmig, vorne breit abgerundet, gegen die Basis oft unregelmäßig verschmälert und in Zweier- oder Vierer-Gruppen meistens dicht gedrängt beieinander stehend und dadurch an den Längswänden stark abgeplattet. Membran sehr zart. Chromatophoren meist zwei, seltener drei oder noch mehr, wandständig, oft sehr ungleich groß, manchmal stark gelappt. Schwärmer beobachtet, verkehrt eiförmig, meist mit zwei etwas ungleichen Chromatophoren, großem Stigma und einer Nebengeißel, die ungefähr einhalb mal so lang ist wie die Hauptgeißel. (Unterschied gegenüber *Lutherella adhaerens*.) Die jungen Zellen behalten sehr lange die kontraktilen Vakuolen bei (vielleicht handelt es sich um eine Art, die die kontraktilen Vakuolen zeitlebens hat).

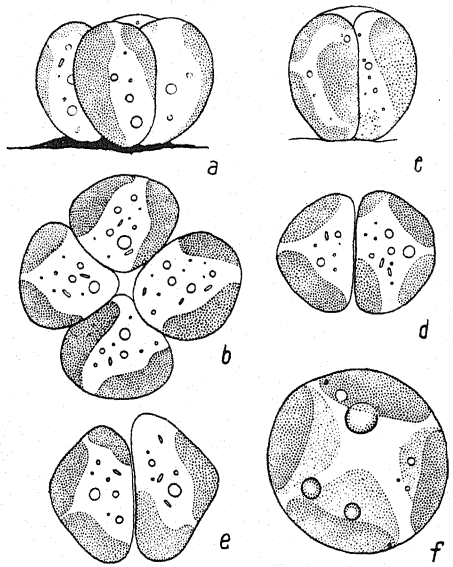


Fig. 676. *Lutherella obovoidea: a, b* Kolonien von der Seite und von oben; *c, d, e* Teilungsstadien; *f* Zelle in Schwärmerbildung.

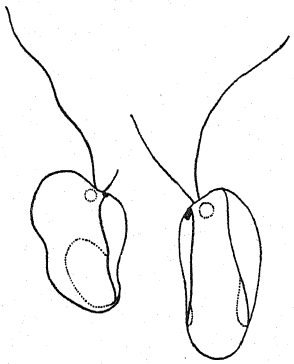


Fig. 677. Schwärmer *a* von *Lutherella adhaerens*; *b* von *L. obovoidea*.

Zellen bis 10 μ groß, seltener 12,5–15 μ messend.

Vorkommen: Oft in großen Mengen auf Detritus, auch auf Algen: *Rhizoclonium, Vaucheria*, großen Spirogyren. Sehr leicht

zu übersehen. Teiche bei Šeberow (bei Prag); Gräben bei St. Ulrich im Grödental. Wahrscheinlich kalkhold.

Bemerkt sei bei dieser Art, daß vielleicht verschiedene Rassen vorhanden sind, solche, die mehr Zweier-, und solche Rassen, die mehr Vierer-Gruppen bilden.

Besonders diese Art kann ungemein leicht mit *Tetraciella* verwechselt werden, deren Zellen ebenfalls verkehrt eiförmig bis verkehrt birnförmig sind (Achtung auf Pyrenoid und Stärke bei *Tetraciella*).

4. Lutherella pyriformis (Fig. 678).

Zellen ausgesprochen eiförmig, mit breiter Basis aufsitzend und nach vorne gleichmäßig verschmälert und breit abgerundet. In den Zweier- oder Vierergruppen stehen die Zellen meist dicht nebeneinander und platten sich gegenseitig oft sehr unregelmäßig ab. Membran, soweit gesehen, derber als bei den anderen Arten, manchmal rötlich verfärbt. Chromatophoren scheibchenförmig, 4–8, manchmal untereinander zusammenhängend. Schwärmer nicht gesehen, doch sicher vorhanden, da Zellen vorkamen, deren bereits geteilte Protoplasten kontraktile Vakuolen und Stigma hatten.

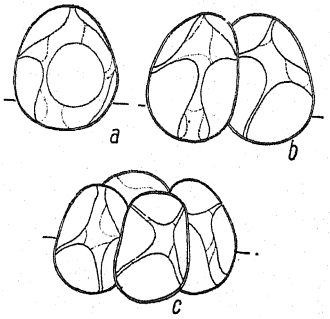


Fig. 678. *Lutherella pyriformis: a* Einzelzelle; *b* zweizellige, *c* vierzellige Kolonien.

Zellen sehr klein, 6 μ, höchstens 8 μ messend.

Vorkommen: Vielleicht Alge des Brackwassers. Einmal in größerer Häufigkeit auf Vaucherien. Brackische Gräben an der Lübschen Bucht. Auf *Cladophora* aus brackischen Gräben Jütlands.

54. Chloropedia Pascher (1930) (Fig. 679–684).

χλωρός grün; *τὸ πηδόν* das Ruderblatt

Pascher, Arch. Prot. **69** (1930) 440.

Algen, wenn ausgewachsen, aus mehr- bis sehr vielzelligen (manchmal mehrere Hunderte Zellen), zumeist einschichtigen Flächen bestehend, in denen sich die Zellen gegenseitig sehr abplatten, so daß die ganze Zellfläche von oben gesehen unregelmäßig parenchymatisch erscheint. Anhaftend

bis festsitzend (? auch freilebende Ausbildungen). Die gelegentliche Mehrschichtigkeit der Lager entsteht dadurch, daß sich manchmal bei sehr raschem Wachstum Zellgruppen übereinander schieben oder auch dadurch, daß sich auf den alten Lagern Schwärmer festsetzen und über der alten Kruste eine neue Zellage bilden.

Membran zart, gelegentlich aber derb, gelegentlich sogar mehrschichtig, manchmal schleimig. Zellen mit einem oder mehreren Chromatophoren.

Gelegentlich verschleimen die Membranen so sehr, daß die ganze Zellfläche oder nur Teile davon ein palmelloides Lager bilden, in dem die Einschichtigkeit zumeist verloren geht (Fig. 684). Die Gallerten dieser Lager geschichtet oder ungeschichtet.

Vermehrung durch Schwärmer oder durch Autosporen. Schwärmer zu zweien bis vieren gebildet. Gelegentlich mit sehr kurzer Nebengeißel. Bewegung der Schwärmer nur sehr kurze Zeit andauernd. Sie setzen sich schief fest und bilden zunächst eine kugelige bis ellipsoidische, mit breiter Basis festsitzende Zelle. Dadurch, daß manchmal nur begrenzte Zellgruppen Schwärmer bilden, entstehen mitten in den sonst grünen Zellflächen farblose Flecke. Die Schwärmer können vollständig amöboid werden.

Die Vergrößerung der Lager, bzw. die Entwicklung der Lager aus einzelligen Stadien erfolgt durch Autosporenbildung. Sie werden zu zweien oder vieren nebeneinander gebildet und verfestigen sich innerhalb der erweiterten Mutterzelle auf der Unterlage. Dadurch entstehen Zweier- oder Vierergruppen, die noch eine Zeitlang von der Mutterzellhaut umschlossen werden. Diese Stadien können von der Gattung *Lutherella* (siehe S. 813) zunächst kaum unterschieden werden. Die Lager entwickeln sich dadurch weiter, daß die Zellen der Zweier- und Vierergruppen immer wieder neue Gruppen von zwei oder vier Zellen ausbilden. Junge Lager lassen ihre Zusammensetzung aus Zweier- und Vierergruppen meist deutlich erkennen, bei vorschreitendem Wachstum wird diese Zusammensetzung immer undeutlicher und schließlich entstehen parenchymatische Krusten. Bei größeren Lagern teilen sich die Zellen in der Mitte der Zellfläche meist nicht mehr, das Wachstum erfolgt dann mehr in den peripher gelegenen Teilen des Lagers oder nur am Rand.

Die Schwärmerbildung setzt meistens mehr in der Mitte des Lagers ein. Gelegentlich setzen sich die Schwärmer nicht

fest, sondern umgeben sich unter Abrundung mit Gallerte und bilden dann durch weitere Teilungen direkt Gallertlager. Aus ihnen schwärmen die Protoplasten wieder aus, um sich schließlich festzusetzen und zu behäuten.

Sporen nicht gesehen.

Chloropedia stellt bis zu einem gewissen Grade eine Weiterentwicklung von *Lutherella* vor. Bei dieser kommt es nur zur Bildung von getrennten Zweier- und Vierergruppen (S. 813f.). Da *Lutherella* an einzellebende und ungestielt festsitzende Heterococcalen nach dem Typus kugeliger *Characiopsis*-Arten anschließt, so kann *Chloropedia* über *Lutherella* mit solchen einzelligen, festsitzenden Ausbildungen in Zusammenhang gebracht werden und stellt gewissermaßen ein Abschlußglied dieser Entwicklung dar.

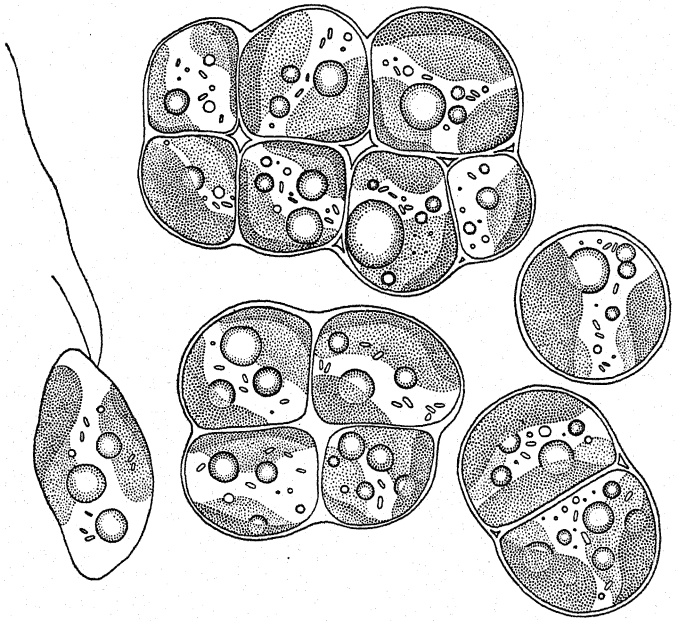


Fig. 679. *Chloropedia plana:* Ein-, zwei-, vier- und mehrzellige Stadien, links davon ein Schwärmer.

Choropedia kann sehr leicht verwechselt werden mit fädigen Heterokonten, bei denen die kriechenden Fäden mit ihren Verzweigungen zu einer flächigen Schicht sich zusammenschließen: *Heteropedia*, besonders dann, wenn die flächig zusammen-

schließenden Fadenzweige unregelmäßig durcheinander wachsen und dicht parenchymatisch zusammenschließen, so daß die Entstehung aus dem Fadensystem nicht mehr erkennbar ist (Nematoparenchym) (siehe S. 49 und S. 65, 66) und das bei der Gattung *Heteropedia* Gesagte).

Chloropedia hat bei den anderen Algenreihen verschiedene Parallelen: *Chlorosarcina* bei den Chlorophyceen, hier immer Stärke vorhanden. Von den Chrysophyceen sind die Gattungen *Chrysothallus* K. MEYER, der viel- und braunzellige Flächen auf den Gallertstielen von Diatomeen bildet; ferner *Phaeoplaca* CHODAT und *Chrysopedia* PASCHER zu *Chloropedia* weitgehend konvergent. Diese drei Gattungen sind im Leben braun bis braungrün und werden aber beim Absterben grün. Fixiertes Material erlaubt daher keine klare Bestimmung. Mit *Chloropedia* kann auch verwechselt werden fixiertes Material von *Thallochrysis* CONRAD und *Phaeodermatium* HANSGIRG, deren einschichtige Zellflächen im Leben braun sind, aber aus Zellfäden (also nematoparenchymatisch) entstanden sind.

Bei *Chloropedia* sind sicher mehrere Arten vorhanden, von denen ich die eine mehr und die andere nur wenig kenne.

Meist kleinere Kolonien, die die Zweier- und Vierergruppen lang erkennen lassen, Zellen 6–9 μ groß . . . . . **Chloropedia plana 1.**

Kolonien oft sehr groß, sehr bald unregelmäßig parenchymatisch werdend, mehrere hundert Zellen, die Zellen um 8–11 μ, manchmal größer **Chloropedia incrustans 2.**

1. Chloropedia plana PASCHER (1930) (Fig. 679, 680).

PASCHER, Arch. Prot. **69** (1930) 447.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1930) Fig. 45, S. 448.

Zellen kleine, meist etwas unregelmäßige, an *Sphagnum* oder anderen Pflanzen festhaftende Täfelchen bildend, die ihre Zusammensetzung aus Zweier- oder Viererzellgruppen lange Zeit deutlich erkennen lassen und sehr leicht in Teilkolonien zerfallen. Membran ziemlich derb, leicht verschleimend; manchmal die Täfelchen fast völlig palmelloid. Chromatophoren meist zwei, muldenförmig und wandständig, oft recht ungleich. Schwärmer meist zu zwei in jeder Zelle gebildet; Stigma punktförmig, Hauptgeißel etwas über körperlang, Nebengeißel kaum ein Drittel der Hauptgeißel. Schwärmer sehr amöboid veränderlich, gelegentlich auch ohne Geißeln ganz amöboid austretend. Die jungen aus den Schwärmern hervorgegangenen

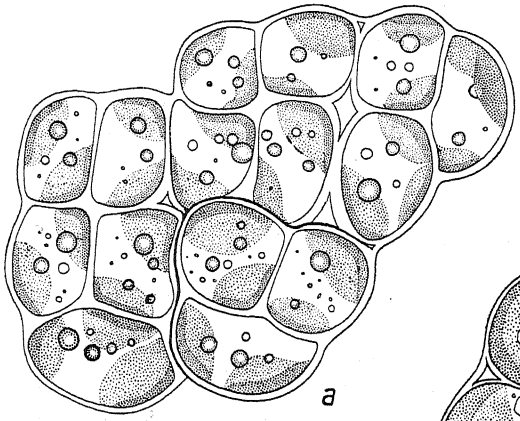
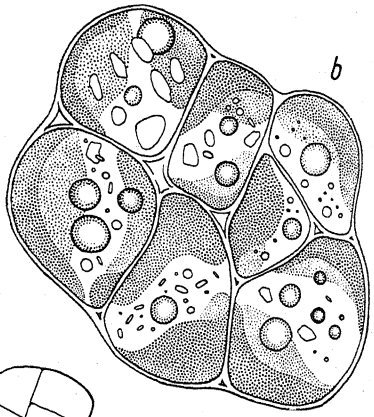


Fig. 680. Zwei Lager von *Chloropedia plana*. Das obere mit stark gequollenen Membranen und die Zusammensetzung aus Zellgruppen deutlich zeigend, das untere mit ungequollenen Membranen, Zusammensetzung weniger deutlich.

Zellen behalten die kontraktilen Vakuolen längere Zeit bei.

Zellen 6–9 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Nicht häufiger Organismus:



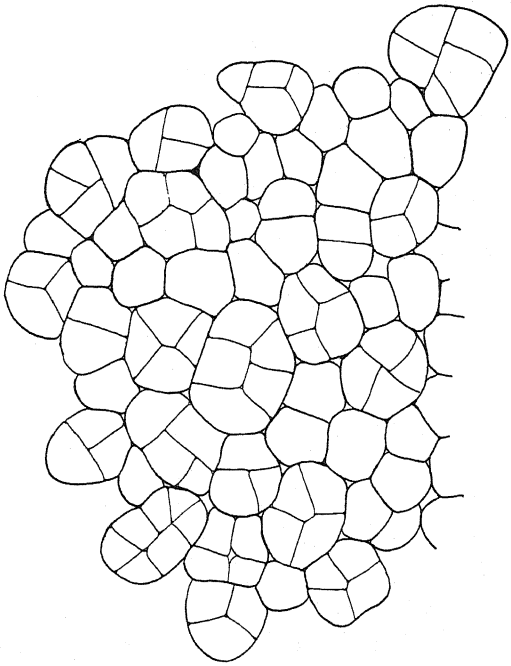


Fig. 681. *Chloropedia incrustans:* Lager von oben gesehen. Protoplasten vielfach in Teilung.

auf *Sphagnum „obesum“* und *Utricularia* aus Kolken am Pirtschenteiche bei Franzensbad (1927), aus Altwässern der Olsch im südlichen Böhmerwald (1917) und auch aus Wiesentümpeln am Naßfelde bei Bad Gastein (1937).

Die Art ist vielleicht nicht ganz einheitlich, die Formen aus dem Naßfelde hatten derbe, geschichtete Membranen, Öltropfen und hatten die freien Zellflächen auffallend vorgewölbt.

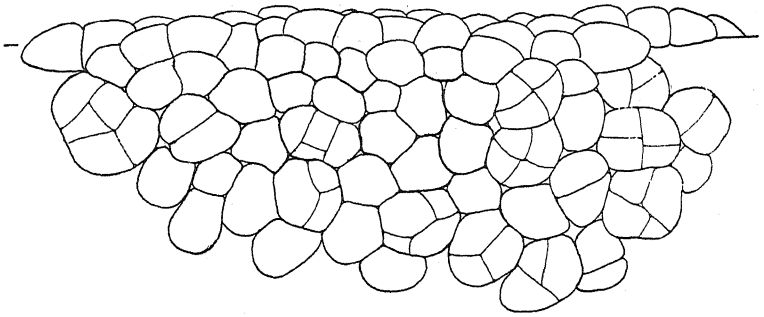


Fig. 682. *Chloropedia incrustans:* Ziemlich großes Lager, eine *Vaucheria* überkrustend

2. Chloropedia incrustans (Fig. 681–684).

Lager im entwickelten Zustande sehr groß und schließlich aus mehreren Hunderten Zellen bestehend, meist einschichtig, stellenweise zweischichtig, in der Mitte des Lagers recht unregelmäßig parenchymatisch und meist keine Andeutung der ursprünglichen Zusammensetzung aus Zweier- und Vierergruppen erkennen lassend. Die Zweier- und Vierergruppen manchmal am Rande des Lagers deutlicher und hier auch die größere Teilungstätigkeit. Die Zellen in der Mitte des Lagers meist recht ungleich groß und oft recht unregelmäßig abgeplattet. Membran meist sehr derb, oft rötlich verfärbt und sehr leicht verschleimend,

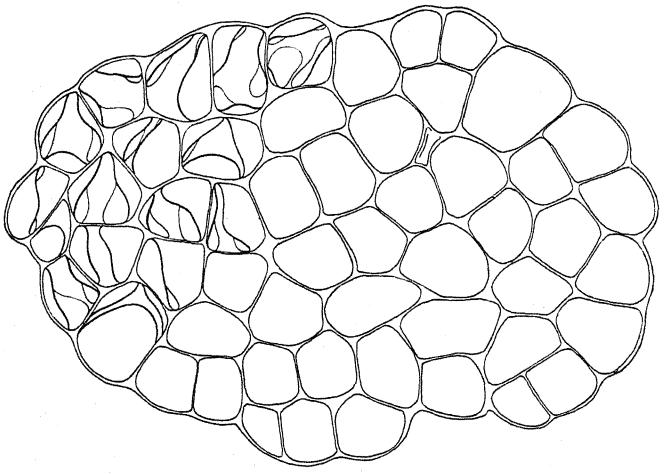


Fig. 683. *Chloropedia incrustans:* Kleines Lager. Zusammensetzung aus Vierergruppen zum Teil deutlich erkennbar. Links die Chromatophoren eingezeichnet.

so daß entweder größere Partien eines sonst parenchymatischen Lagers oder ganze Lager in gallertiger Auflösung zu Palmellen oder *Gloeocystis*-artigen Stadien begriffen sind. Chromatophoren meist drei bis mehrere, oft recht ungleich. Schwärmer, soweit gesehen, mit deutlichem Stigma und einer Nebengeißel, die ungefähr die halbe Hauptgeißel an Länge mißt.

Zellen 8–13 μ, durchschnittlich aber 10 μ groß.

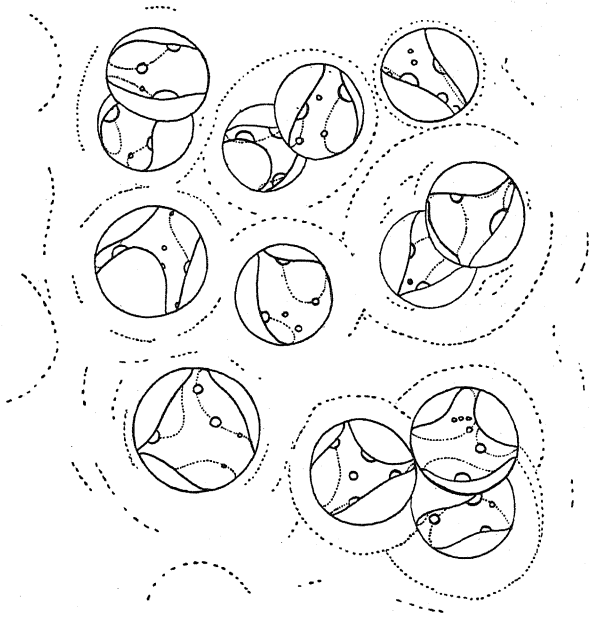


Fig. 684. *Chloropedia plana:* Palmelloide Stadien.

Vorkommen: Manchmal in großen Mengen und in dichten Krusten verschiedene Fadenalgen überziehend, doch auch auf totem Substrate. Auf großen Oedogonien, Cladophoren, ferner auf *Lemna*, *Typha* aus sehr durchwärmten Teichen in Südböhmen. Auch aus den großen Wiesengräben hinter dem Bahnhofe bei Pistyan in der Slowakei. Beide Male in nicht ganz übereinstimmenden Formen. Die Membranen der Zellen manchmal eisengebräunt.

Eine weitere oligotherme, sehr vielzellige Frühjahrsform mit viel kleineren Zellen (4–6 μ) ist wahrscheinlich.

Trypanochloridaceae Geitler (1935).

Zellen in den Schalen von Schnecken (*Clausilia corynodes* und anderen) unmittelbar unter dem Periostracum in der obersten Schichte des Ostracums lebend. Dadurch, daß das Periostracum mehr oder weniger erhalten bleibt, ist die Alge gegen außen hin abgeschlossen. Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Zellen als weißliche Sterne auffallend vom dunklen Schalenhintergrund abgehoben, bei stärkerer Vergrößerung (im durchfallenden Licht) heben sich die Sterne schwarz ab.

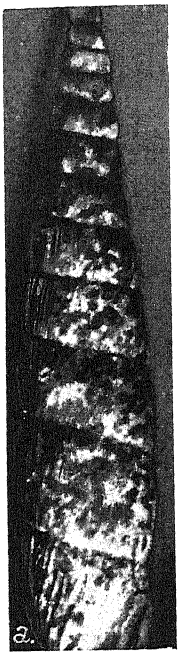


Fig. 685. Schale von *Clausilia corynodes*. Die weißen, sternförmigen Flecke: *Trypanochloris* (nach Geitler).

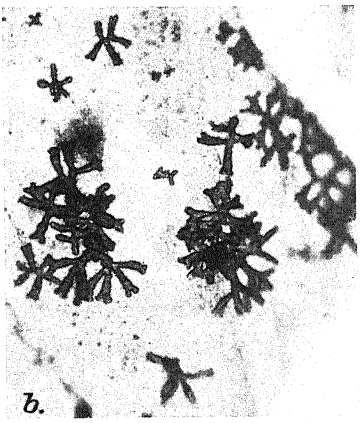
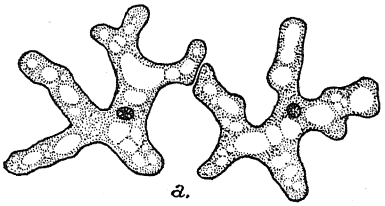


Fig. 686. Junge Zellen von *Trypanochloris* in der Kalkschale von *Clausilia corynodes* (nach Geitler).

Ausgewachsene Zellen erscheinen (Fig. 686, 688) plump sternförmig mit unregelmäßigen, einfach oder wiederholt dichotom gelappten Strahlen, die zentrifugales Wachstum haben und von einem relativ kleinen und unregelmäßigen mittleren Teil der Zelle ausgehen, in dem der Kern liegt. Wand zart und Zellulosereaktion gebend. Der Chromatophor in der Form einer großen, wandständigen Platte mit zusammengebogenen Rändern, so daß der Chromatophor fast röhrenförmig wird. Infolge der schlechten Sichtverhältnisse innerhalb der Kalkmassen der Schalen konnten weitere Einzelheiten im Chromatophoren nicht gesehen werden. Kein Pyrenoid und keine Stärke, dafür Öl,

das tropfenartig innerhalb des wandständigen Chromatophoren das Zellinnere mehr oder weniger ausfüllt. Schwärmer nicht beobachtet, doch wahrscheinlich.

Hauptsächliche Vermehrung durch langellipsoidische oder auch fast zylindrische Autosporen (simultane oder succedane Bildung ?). Zur Autosporenbildung wird nicht der ganze Protoplast einer Zelle verwendet. Sowohl in der Mitte der Zelle wie auch an den Enden der Zellarme bleiben Plasmateile ungeteilt, wobei der zentrale Plasmarest immer der Schalenoberfläche zugekehrt ist. Werden die Autosporen entleert, so behäuten sich die übriggebliebenen Protoplastenteile der Zelle und wachsen innerhalb der teilweise entleerten Zelle wieder heran, so daß eigenartig zusammengesetzte Zellverbände entstehen. An diesem Wachstum beteiligen sich die randständigen Proto-



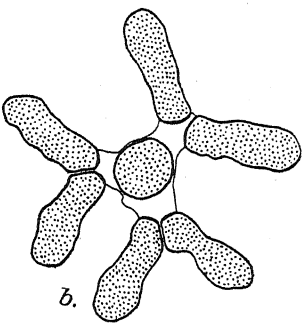


Fig. 687. *Trypanochloris clausiliae.* *a* Zwei junge Zellen (gefärbt, der Zellkern deutlich); *b* mit abgekapseltem Rand und Zentralplasma.

plastenreste mehr als der zentrale. Diese Vorgänge können sich wiederholen und auf diese Weise entstehen sehr verwickelte Thalli. Da junge und alte Zellen oft in dichten Massen nebeneinander stehen und ineinander wachsen, ist die Deutung mancher Bilder sehr schwer. Die um die Restprotoplasten gebildeten Membranen sind nicht gleichmäßig dick, der Teil der Membranen, welcher die Restprotoplasten gegen die Mitte der Mutterzelle hin abgrenzt, ist fast immer stärker verdickt.

Nach Geitler besteht das Endstadium der Entwicklung darin, daß das zentrifugale Wachstum der Arme eingestellt wird (vielleicht durch gegenseitige Behinderung) und alle Zellen zu ellipsoidischen bis keulenförmigen, oft sehr unregelmäßigen und gebogenen Sporangien anschwellen, in denen aber der gesamte Inhalt zu Autosporen umgewandelt wird. Die Schalen sind dann dicht von diesen großen Sporangien erfüllt. Nach der Entleerung der Autosporen bleiben nur die leeren Mem-

branen übrig, die vegetativen Zellen sind völlig verbraucht. Die Zahl der ausgebildeten Autosporen kann weit über 128 betragen.

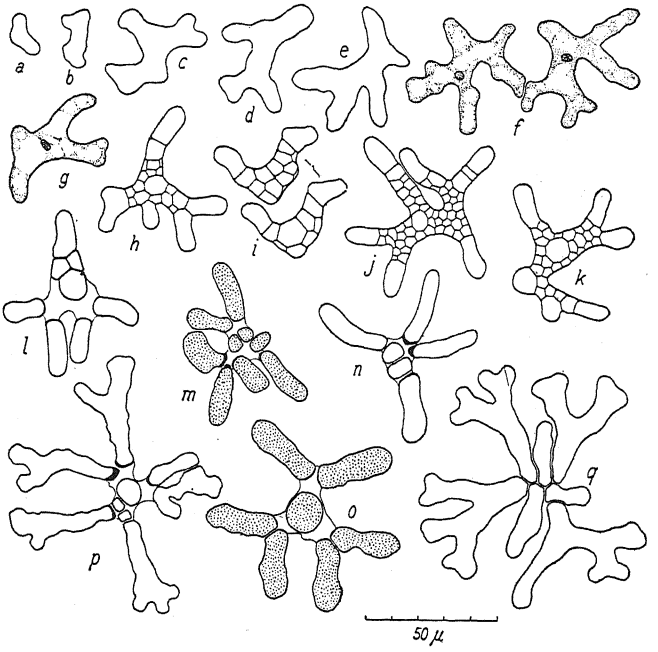


Fig. 688. Entwicklungsgeschichte von *Trypanochloris* nach entkalktem Material: *a–g* verschieden alte Keimlinge; *h–k* primäre Autosporenbildung; bei *i* die gleiche Zelle bei hoher und tiefer Einstellung; *l–q* die Autosporen entleert, die behäuteten Restprotoplasten innerhalb der Mutterzelle heranwachsend. Beachte die verdickten, der Mitte der Zelle zugekehrten Membranen. In *f* und *g* der Kern und die von den Öltropfen eingenommenen Räume eingezeichnet (nach GEITLER).

Die eigenartige Tatsache, daß bei *Trypanochloris* lange Zeit nur Teile des Protoplasten für die Sporenbildung verwendet werden, während sich die ungeteilten Restprotoplasten in der Zelle neu behäuten, steht nicht unvermittelt da. Sie ist eine Abänderung der Vermehrungsvorgänge bei *Dioxys* oder *Harpochytrium*, bei denen ebenfalls, z. T. nur gelegentlich z. T. immer, der eine Teilprotoplast für die Vermehrungsprodukte aufgeteilt wird, während sich der andere neu behäutet und wieder heranwächst, um den gleichen Vorgang zu wiederholen. Bei *Harpochytrium* und *Dioxys* erfolgt dieser Vorgang entsprechend der nur nach einer Richtung des Raumes geförderten, im Prinzip walzlichen Zelle nur in dieser Richtung. Stellen wir uns vor, daß eine *Dioxys-*

oder *Harpochytrium*-Zelle sich einfach oder mehrfach gabelt, und die Vorgänge die gleichen bleiben wie bei einer ungegabelten Zelle, so erhalten wir die Vorgänge, wie sie für die sternförmigen, strahligen Zellen von *Trypanochloris* charakteristisch sind.

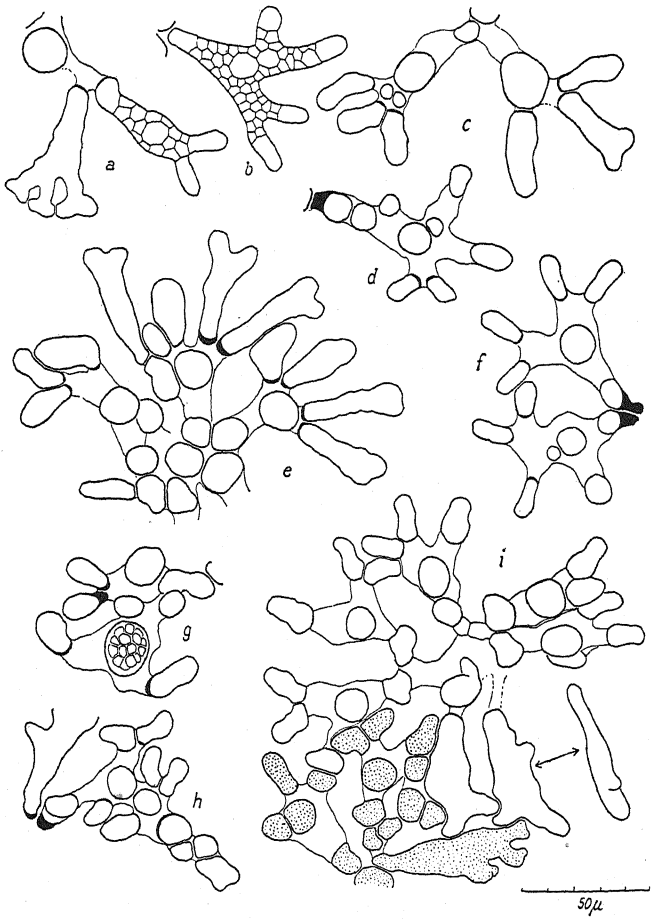


Fig. 689. Weitere Entwicklung: Fortsetzung von Fig. 688. *a*, *b* die herangewachsenen, behäuteten Restprotoplasten in Autosporenbildung begriffen; *c*–*f* dieselben nach der Autosporenentleerung und mit ihren behäuteten Restprotoplasten, die wieder das Wachstum aufnehmen; *g* tertiäre Sporenbildung in der zentralen Restzelle eines sekundären Sporangiums; *h*, *i* kompliziert zusammengesetzte Lager; bei *i* deutlich zwei ineinander gewachsene Individuen. Bei *i* rechts ein Sporangium von der Seite gesehen (nach GEITLER).

Im übrigen ist es nicht ausgeschlossen, daß die von GEITLER für *Trypanochloris* festgestellte Form der Vermehrung und Verjüngung auch bei anderen raumparasitischen Algen vorkommt.

So scheinen mir die eigenartigen Verhältnisse bei der epiphyllen Grünalgengattung *Stomatochroon* PALM vielleicht in dieser Weise deutbar zu sein, und bei einer ähnlichen, marinen Alge glaube ich Vorgänge gesehen zu haben, die lebhaft an die von *Trypanochloris* erinnerten.

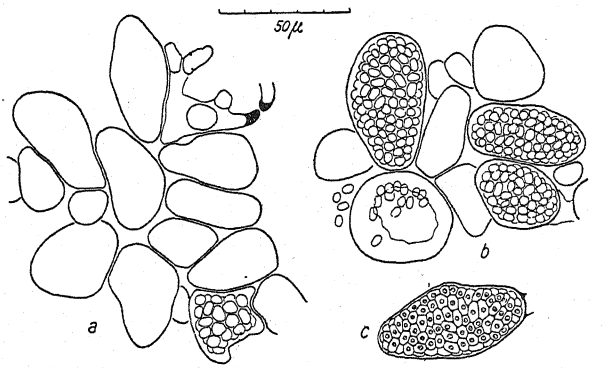


Fig. 690. Weitere Entwicklung: *Trypanochloris*-Individuen, deren Zellen sich vollständig in Sporangien umwandeln. Bei *a* rechts oben ein Teil einer jüngeren Pflanze; *b* reife Autosporangien mit zum Teil ausgetretenen Autosporen; *c* reifes, mit Autosporen ausgefülltes Sporangium, in jeder Spore der Kern eingezeichnet (nach GEITLER).

Eine Gattung:

55. Trypanochloris GEITLER (1935) (Fig. 685–690).

τὸ τρύπανον = der Drillbohrer; χλωρηίς = grün.

GEITLER, Biologie gen. **11**, II. Hälfte (1935) 146.

Mit den Merkmalen der Familie.

Derzeit eine einzige Art bekannt:

Trypanochloris clausiliae GEITLER (1935) (Fig. 685–690).

GEITLER, a. a. O. (1935) 146.

Abb.: GEITLER, a. a. O. (1935) Fig. 1, S. 140; Fig. 2, S. 141; Fig. 3, S. 142; Fig. 4, S. 143; Fig. 5, S. 145.

Reife Autosporen 2,7–3,8 μ dick, 7,5–8 μ lang. Größte Sporangien 30 : 70 μ.

Vorkommen: In den Schalen von *Clausilia corynodes*, *C. dubia* und *C. parvula*; von feuchten Kalkfelsen in der Umgebung von Lunz (Niederösterreich) und vom Rigi (Schweiz). Sicher mehr verbreitet.

Centritractaceae.

Einzeln und frei lebende oder nur ausnahmsweise zwei- oder vierzellige, doch frei lebende Verbände bildende, zunächst immer einkernige Algen mit walzlichen oder zusammengedrückt walzlichen Zellen, deren Membran immer aus zwei gleichen oder häufiger zwei ungleichen Teilen besteht. Längenwachstum der Zellen durch Einschubstücke zwischen den beiden primären Membranteilen. Vermehrung durch Schwärmer oder Autosporen, die in sehr verschiedener Zahl gebildet werden können. Sporen beobachtet. Zellen manchmal mit langen Borstenanhängen an den Enden.

Drei Gattungen:

I. Zellen ohne Endborsten, kurz bis lang wurstförmig bis walzlich, gerade oder gekrümmt, einzeln oder selten zwei- bis vierzellige, strahlige Verbände liefernd . . . . . **Bumilleriopsis 56.**

II. Zellen mit Endborsten
   1. Zellen kurz und zusammengedrückt walzlich, im optischen Längsschnitt fast quadratisch, an den vier Ecken je eine Längsborste **Pseudotetraedron 57.**
   2. Zellen kugelig, kurz ellipsoidisch bis lang walzlich, an beiden Enden je eine kurze oder lange axiale Borste . . . . . **Centritractus 58.**

56. Bumilleriopsis Printz (1914) (Fig. 691–704).

(Name im Zusammenhang mit *Bumilleria* gebildet, siehe diese).

Printz, H., Vidensk. Selsk. Skrift. Nr. 6, **1** (1914) 50. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1927) 46. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 401. — Skuja, Act. Hort. Prot. Latv. **7** (1932) 60.

Syn.: *Ophiocytium* Gerneck z. T., Beih. Bot. Centrbl. **21**, Abt. 2 (1907) 241.

Zellen frei, nicht festgewachsen, einzeln oder zu kleinen zwei- bis vierzelligen, fadenförmigen oder öfters noch radiären Gruppen, mit den Enden verklebt, gestreckt spindelförmig bis gestreckt ellipsoidisch bis walzlich, gleich dick oder gegen die Enden etwas verdünnt, manchmal stellenweise allmählich erweitert; gerade oder zu allermeist gekrümmt oder leicht wellig gebogen; 4–10 mal so lang als breit. Enden abgerundet oder stumpf, seltener leicht spitzlich, manchmal plötzlich verschmälert vorgezogen oder kegelförmig. Beide Enden gleich oder ungleich. Haut sehr zart bis mäßig derb, immer ohne Skulptur. Bei manchen Arten zeigen in die Länge gewachsene Zellen an den Enden je ein deutlich dickeres Hautstück, zwi-

schen denen ein zartwandiges Zuwachsstück eingeschoben ist. Die dickeren Hautstücke meist ungleich groß und lang. Membran an den Zellenden unverdickt oder warzen- bis kappen-

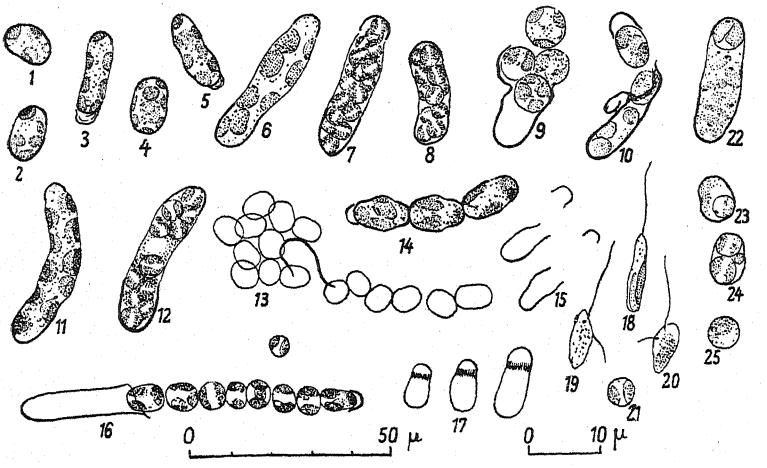


Fig. 691. *Bumilleriopsis Peterseniana:* 1–6, 11 verschieden alte Zellen; 7–10, 12, 22 Schwärmer bzw. Autosporenbildung; 14 fadenförmige Vereinigung mehrerer Zellen; 15, 17 Zusammensetzung der Membran aus zwei Teilen; 16 Entleerung von Autosporen; 18, 20 Schwärmer; 21 junge Zelle aus einem Schwärmer entstanden (nach W. VISCHER).

artig verdickt. Membran also im Prinzip zweiteilig, an der Querfurche manchmal eingeschnürt, die beiden Teile immer erst bei der Entleerung der Schwärmer oder Autosporen deutlich. Chromatophoren zwei bis zahlreich, mulden- bis scheibchenförmig, wandständig, nur bei der Aufteilung des Protoplasten in die Schwärmer oder in die Autosporen Protoplasten deutlich binnenständig (siehe Fig. 700 *c*), nach unserem derzeitigen Wissen ohne Pyrenoide. Chromatophoren oft sehr ungleich. Zellkern

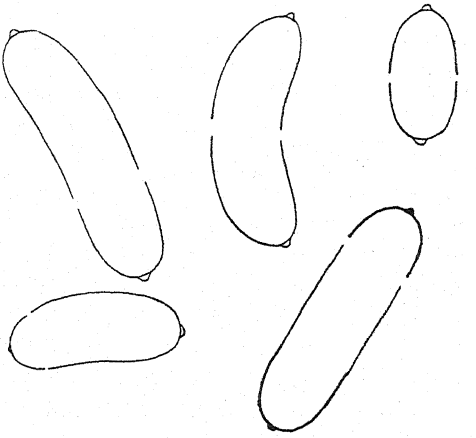


Fig. 692. *Bumilleriopsis biverruca:* Beachte die wechselnde Größe der Membranhälften bzw. das ungleiche Wachstum der Membranhälften.

oft zentral, in größeren Zellen oft mehrere Kerne. Die üblichen Inhaltskörper, nach PRINTZ aber auch Gipskristalle (?), Vermehrung durch 2–32 Schwärmer. Diese mit zwei recht ungleichen Geißeln (nach GERNECK bei *B. brevis* nur eine Geißel), mit ein bis drei Chromatophoren, mit oder ohne Stigma, derzeit nicht von allen Arten bekannt. Die Schwärmer wandeln sich nach kurzer Schwärmzeit in kugelige oder längliche Zellen um. Statt der Schwärmer werden manchmal kugelige oder ellipsoidische Autosporen gebildet, die bei schmalen Formen nicht selten reihenförmig hintereinander liegen (Fig. 691, 16; 699). Diese behäuteten Zellen besitzen wahrscheinlich eine im Prinzip zweiteilige Membran, beim Auswachsen zur normalen Zellform zeigt vielfach, doch nicht bei allen Arten, nur das eine Membranstück Längenzuwachs. Auf diese Weise kommt es zu den dicken Membranteilen gegen die Enden der Zellen und dem dünnen Membranteile in der Mitte der Zelle.

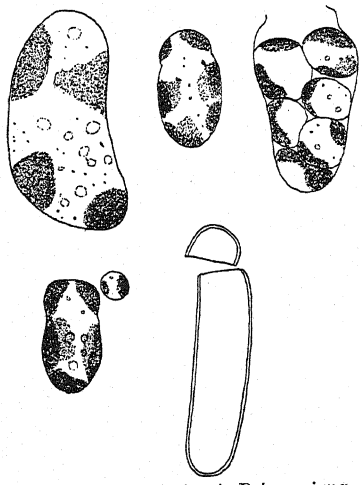


Fig. 693. *Bumilleriopsis Petersenianа.* Verschieden große und verschieden geformte Zellen. Rechts Autosporenbildung. Darunter leere Membran mit zwei sehr ungleichen Membranstücken.

In manchen Fällen wandelt sich der Inhalt dieser aus den Mutterzellen austretenden kugeligen oder länglichen, behäuteten Zellen wieder in einen Schwärmer um, der sich wieder nach kurzer Schwärmerzeit in der gleichen Weise behäutet. Dieser Vorgang kann sich einige Male wiederholen. In manchen Fällen wandeln sich diese behäuteten Zellen noch in der Mutterzelle in derbwandige Sporen, Aplanosporen um, die wahrscheinlich Dauerstadien sind. Ihre Keimung wurde nicht beobachtet. In anderen Fällen teilt sich der Inhalt einer *Bumilleriopsis*-Zelle nur in zwei gleichgroße Teilprotoplasten, die sich behäuten und austreten. Sie bilden entweder Schwärmer oder wachsen direkt zu vegetativen Zellen heran.

Die plötzliche Einziehung der Enden mancher *Bumilleriopsis*-Arten kommt vielleicht dadurch zustande, daß die Membranhälften der gekeimten Aplanosporen lange am Keimling verbleiben und so die im übrigen dicker werdende Zelle an den

Enden einengen. Bei anderen Arten sind die unausgewachsenen Zellen doppelt kegelförmig, die Zuwachszonen aber ausgesprochen walzlich.

Andere Stadien nicht gesehen. Die *Bumilleriopsis*-Zellen liegen nicht selten in mehr oder weniger radförmig angeordneten Gruppen beisammen (siehe Fig. 700*f*, 701*p*). Diese recht auffallende Anordnung kommt dadurch zustande, daß die austretenden Schwärmer sich manchmal nicht völlig voneinander trennen, sondern auch nach dem Austritt aus der Mutterzelle mit den Hinter-

Fig. 694. *Bumilleriopsis closterioides:* *a* sechs Schwärmer, auffallenderweise mit ihren Vorderenden verbunden; *c* vier Schwärmer mit den Hinterenden verbunden; *b* abweichender Schwärmer mit zwei Augenflecken.

enden verbunden bleiben (siehe Fig. 694). Es entstehen dadurch radförmige oder strahlige Schwärmerverbände, bestehend aus zwei bis acht Schwärmern, die bald zur Ruhe kommen, worauf sich jeder Schwärmer behäutet und zu einer *Bumilleriopsis*-Zelle auswächst. Die ausgewachsenen Zellen bleiben mit ihren Enden in Verbindung: ihre Anordnung entspricht der Anordnung der mit ihren Hinterenden verbundenen Schwärmer.

Ebenso können die Zellen von *Bumilleriopsis* zu zwei oder vier hintereinander in Verbindung bleiben und kurze Fäden bilden (siehe Fig. 691 $_{14}$). Das geschieht besonders in Kulturen und

speziell *B. Peterseniana*, die von W. VISCHER rein gezüchtet wurde, zeigt diese Erscheinung sehr schön.

Bumilleriopsis ist allem Anschein nach sehr nahe verwandt mit *Centritractus* und *Ophiocytium*. Zur ersten Gattung führen vor allem jene Arten, deren Enden mit Membranverdickungen oder Membranknöpfchen versehen sind. Man kann sich die Stacheln von *Centritractus* als solche verlängerte Membranknöpfe vorstellen.

Bestimmungsschlüssel der Arten[1] [2]**:**

I. Zellen höchstens 20 μ lang mit wenig Chromatophoren **Bumilleriopsis simplex** *1.*

II. Zellen ausgewachsen länger, mit meist vielen Chromatophoren
  1. ohne Verdickungen an den Enden
    A. Zellenden nicht vorgezogen, abgerundet oder abgestumpft
      a) kurze, plumpe Formen[2] . . . **Bumilleriopsis Peterseniana** *2.*
      b) schlanke Formen[2], Zellenden meist ungleich **Bumilleriopsis brevis** *3.*
    B. erwachsene Zellen an den Enden deutlich vorgezogen
      a) vorgezogene Enden stumpf bis abgeplattet stumpf **Bumilleriopsis megacystis** *4.*
      b) Zellenden schief kegelförmig vorgezogen **Bumilleriopsis closterioides** *5.*
  2. Zellen an den Enden mit deutlichen Verdickungen
    A. Verdickungen knopfförmig . . . **Bumilleriopsis biverruca** *6.*
    B. Verdickungen kappenförmig . . . **Bumilleriopsis incrassata** *7.*

1. Bumilleriopsis simplex (Fig. 99 *h*, 695).

Zellen in der Jugend mehr gerade, dann leicht und schließlich deutlich gekrümmt, mit einer flachen und einer gewölbten Seite, nach beiden Enden hin fast geradlinig auslaufend. Daher ausgewachsene Zellen in der Mitte am dicksten und gegen die Enden zu etwas einseitig verschmälert, die beiden Enden meist verschieden breit und abgerundet stumpf. Chromatophoren an jungen Zellen (selten einer), meist nur zwei, wandständig und, soweit beobachtet, fast niemals einander gegenüberstehend; in erwachsenen Zellen, soweit beobachtet, niemals mehr als drei Chromatophoren, von denen meistens der eine der wenig gewölbten Bauch-, die beiden anderen der stärker gewölbten Rückenseite anliegen. Membran sehr zart. Vermehrung

---

[1]) Vergleiche die Figuren!

[2]) Es gibt auch wenig beobachtete andere Arten, s. S. 845.

durch Bildung zweier, mit einem oder zwei Chromatophoren versehenen Schwärmer beobachtet. Meist ein Chromatophor mit Stigma. Nebengeißel ca. ein Drittel so lang wie die bis

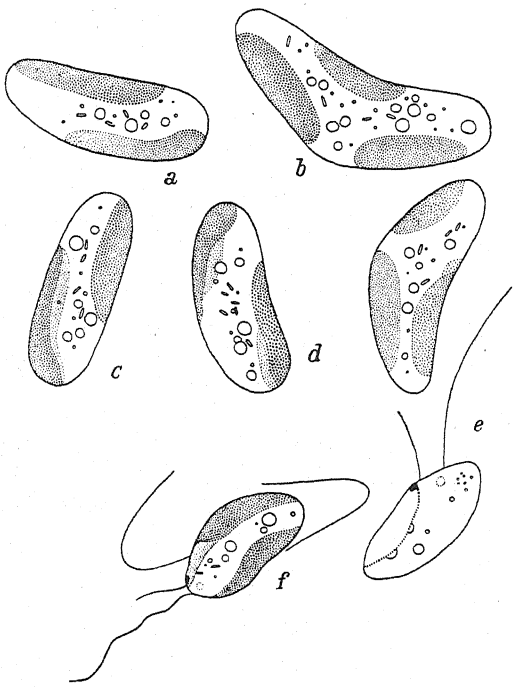


Fig. 695. *Bumilleriopsis simplex: a, c, d* junge Zellen; *b* typische Form; *e, f* Schwärmer.

$1^1/_2$ mal körperlange Hauptgeißel. Bei der Schwärmerentleerung geht die Membran annähernd in halber Zellänge in zwei Halbstücken auseinander. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 15–20 μ lang, 4–7 μ breit.

Vorkommen: Bis jetzt aus Hirschberg in Böhmen, aus einem Wiesengraben (PETROVÁ) und aus Tümpeln in Jütland.

2. Bumilleriopsis Peterseniana VISCHER et PASCHER (1936) (Fig. 691, 693, 696, 697, 698).

VISCHER, W., Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 374.

Abb.: VISCHER, W., a. a. O. (1936) 375, Abb. 1.

Zellen in der Jugend rundlich, im ausgewachsenen Zustand walzlich bis unregelmäßig walzlich, manchmal direkt hantelförmig, 2–4 mal länger als breit, beiderseits etwas abgerundet, manchmal fast gestutzt. Zellhaut im allgemeinen zart, an den

Enden manchmal deutlich verdickt. Die verdickten Enden meist sehr ungleich lang (primäre Zellhaut?), dazwischen öfters aufgetrieben die sekundäre Membran (Zuwachsstücke). Chromatophoren relativ klein, viele, wandständig, oft sehr unregelmäßig verteilt. Vermehrung durch Schwärmer mit ausgesprochener Dorsiventralität, einem oder zwei Chromatophoren, deutlichem, rotem Stigma, bis anderthalb mal langer Hauptgeißel; Nebengeißel ein Drittel der Hauptgeißel. Autosporenbildung sehr häufig, zu 2 bis 16 gebildet, meistens mit einem oder zwei Chromatophoren.

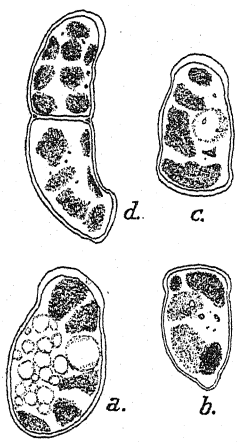


Fig. 696. *Bumilleriopsis Peterseniana: a, b, c* etwas unregelmäßige Zellen; *d* zwei Zellen verbunden (nach BOYE-PETERSEN).

Zellen 7–10 μ dick, (10)–20–40 μ lang.

Vorkommen: In stehenden Gewässern; Basel. Aus Erde von Dänemark, Island, Böhmen usw.

Diese Alge wurde von VISCHER rein gezüchtet und in ihrer Entwicklungsgeschichte genau studiert.

In der Kultur bei günstigen Ernährungsbedingungen zeigt *Bumilleriopsis Peterseniana* eine sehr hohe Teilungsfrequenz, sie bleibt kurz, manchmal fast kugelig bis ganz kurz und plump ellipsoidisch bis zylindrisch spindelförmig. Nicht selten werden durch Aneinanderhaftenbleiben der jungen Zellen zwei- bis mehrgliedrige Fäden gebildet. Das Auftreten strahliger Kolonien, wie es z. B. bei *B. megacystis* und *B. closterioides* so häufig der Fall ist, konnte ich bei *B. Peterseniana* nicht sehen und auch W. VISCHER machte in seiner Arbeit darüber keine Angaben.

Neben der hier beschriebenen Form tritt eine Form auf, die sich in der Gestalt fast völlig deckt mit *Bumilleriopsis Peterseniana*, die aber bis 24 μ dick sein kann und oft verhältnismäßig weniger lang wird als die typische von VISCHER beschriebene Art. Auch ist an ihr niemals der Gegensatz zwischen den beiden primären Membranhälften und Einschubstücken so wie bei *B. Peterseniana*. Ich bezeichnete sie in meinen Notizen als *B. gigas*, möchte sie aber, bevor sie nicht vollständig studiert ist, als var. ***gigas*** der *B. Peterseniana* zustellen (Fig. 697).

Zu *Bumilleriopsis Peterseniana* ist kaum eine Form zu stellen, die in ihrer Gestalt zwar völlig mit *B. Peterseniana* übereinstimmt,

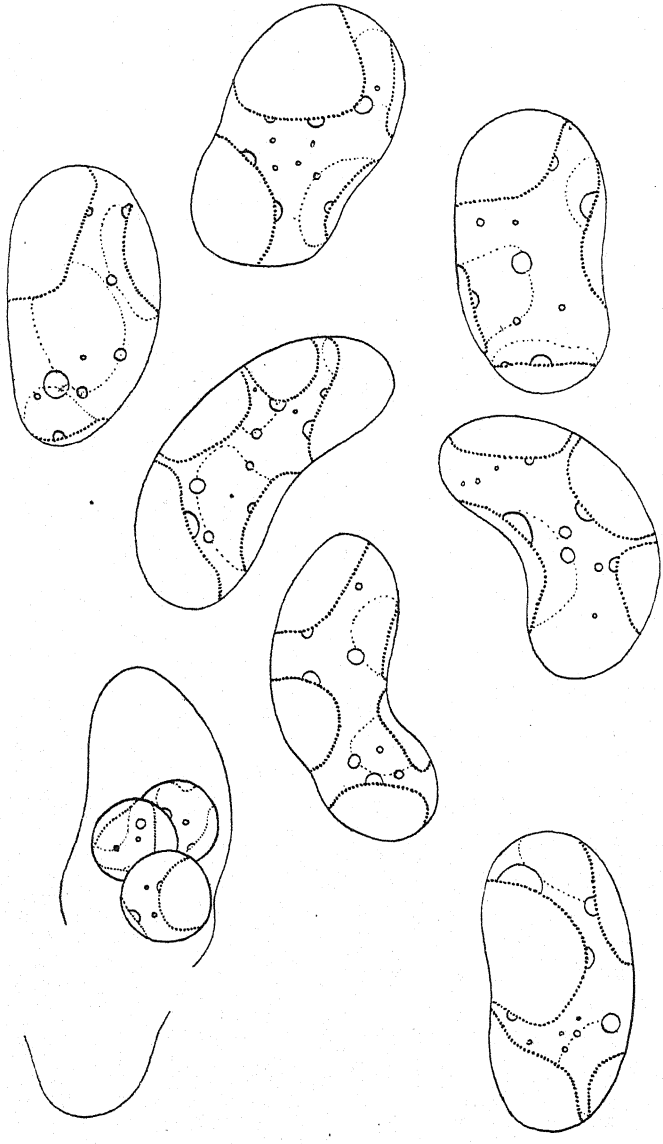


Fig. 697. *Bumilleriopsis Peterseniana* var. *gigas*.

aber immer kleiner ist als diese und nicht mit der normalen großen Form vorkommt (siehe Fig. 698).

Die Zellen messen nur 4–6 μ in der Dicke und 10–18 μ in der Länge.

Vorkommen: An den Ufern der leicht salzhaltigen Teiche bei Franzensbad in Böhmen.

Diese Form sei hier als *Bumilleriopsis Peterseniana* var. ***minor*** bezeichnet, sie stellt aber eine eigene Art dar.

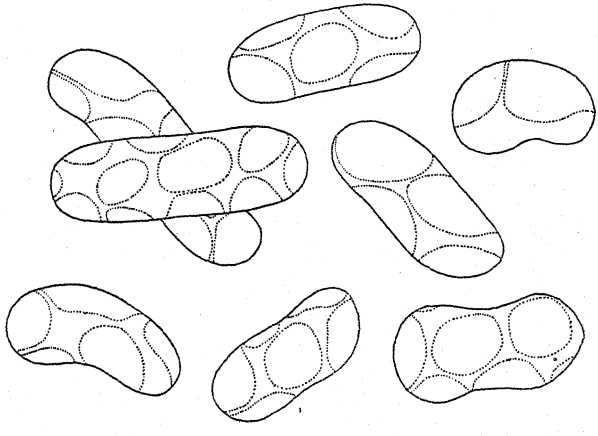


Fig. 698. *Bumilleriopsis Peterseniana* var. *minor*.

3. Bumilleriopsis brevis Printz (1914) (Fig. 699).

Printz, Vidensk. Selskab. Skrift. I, Nr. **6** (1914) 50. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 46. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 401. — Boye-Petersen, Bot. of Iceland **2** (1928) 421. — Skuja, Act. Hort. Bot. Un. Lat. **7** (1932) 60.

Syn.: *Ophiocytium breve* Gerneck, Beih. Bot. Centralbl. **21** (1907) Abt. II, 241.

Abb.: Gerneck, a. a. O. (1907) **21** Fig. 24–30. — Printz, a. a. O. (1914) Taf. 4, Fig. 102–108; (1927), a. a. O. Fig. 307. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 29. — Skuja, a. a. O. (1932) 57, Fig. 73. — Boye-Petersen, a. a. O. (1928) 422, Fig. 32, 33.

Zellen ausgesprochen zylindrisch, gerade bis ziemlich stark gekrümmt, Enden meist ungleich: Zellen einseitig verschmälert bzw. abgerundet stumpf bis stumpflich, oft ein Ende mehr abgerundet als das andere. Membran sehr zart bis ziemlich derb, an den Enden manchmal leicht verdickt, aus zwei sehr ungleichen Stücken bestehend. Mehrere bis zahlreiche, scheibchenförmige Chromatophoren; Vermehrung durch Schwärmer beobachtet (bis 16), die in jeder Zelle hintereinander oder teilweise nebeneinander gebildet wurden. Schwärmer ellipsoidisch, sehr formveränderlich, mit einem bis drei oder vier plättchenförmigen Chromatophoren, ohne Stigma. Nebengeißel sehr kurz (die Angabe

GERNECKS, daß die Schwärmer eingeißelig sind, ist vielleicht irrig oder bezieht sich auf eine andere Form). Auch Aplanosporen beobachtet, die meistens in einer Reihe innerhalb der Zellen gebildet werden.

Zellen 10–30 μ lang, sehr selten 45 (einmal bis 60) μ lang, 4–10 μ breit.

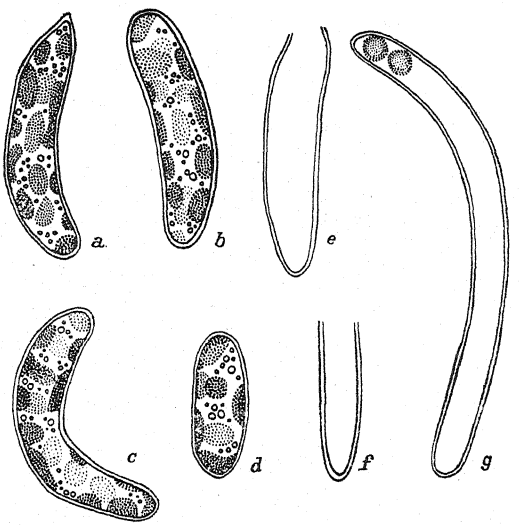


Fig. 699. *Bumilleriopsis brevis* (nach PRINTZ).

Vorkommen: Bis jetzt in Deutschland und Norwegen sowie aus Böhmen und Lettland, Island und Dänemark bekannt, wahrscheinlich sehr verbreitet. Leicht übersehbare Alge, die sehr gern an Teichufern, doch auch auf feuchter Erde vorkommt. Nach BOYE-PETERSEN noch bis 5 cm in der Erde gefunden, also auch ausgesprochen terrestrisch lebend.

4. Bumilleriopsis megacystis SKUJA (1932) (Fig. 700).

SKUJA, Act. Hort. Bot. Un. Lat. 7 (1932) 61.

Abb.: SKUJA, a. a. O. (1932) 57, Fig. 74–76.

Zellen walzlich mehr oder weniger gekrümmt, stellenweise leicht eingeschnürt. An beiden manchmal etwas ungleichen Enden rasch und leicht verschmälert und dann etwas vorgezogen und schließlich breit bis flächig abgerundet bis rundlich abgestutzt. Membran sehr zart, dünn und farblos, ohne Verdickungen. Chromatophoren sehr zahlreich, scheibchenförmig, wandständig. Vermehrung nur durch Aplanosporen be-

obachtet, die in großer Menge und nicht reihenförmig, sondern dicht nebeneinander in den Zellen gebildet werden, rund sind und zwei bis vier Chromatophoren haben. Sie werden nach SKUJA durch Verschleimen der Mutterzellmembran frei. Schwärmerbildung nicht völlig ausgeschlossen.

Zellen 12 μ und etwas mehr dick, bis 120 μ lang. Aplanosporen bis 8 μ im Durchmesser.

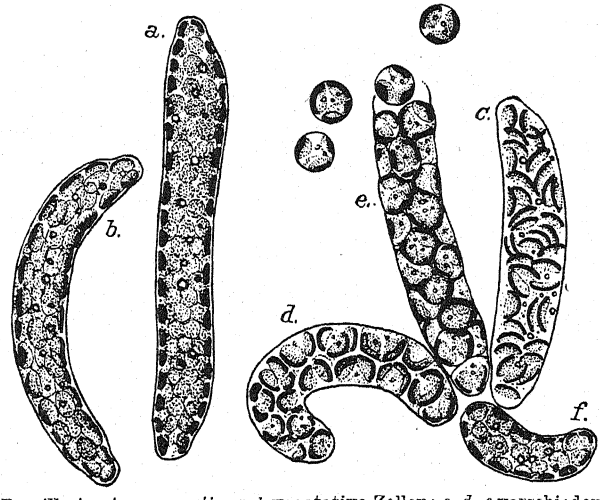


Fig. 700. *Bumilleriopsis megacystis: a, b* vegetative Zellen; *c, d, e* verschiedene Stadien der Autosporenbildung.

Vorkommen: Bis jetzt mit Sicherheit aus Lettland (Usma) in einem halb ausgetrockneten Graben auf nassem Lehmboden unter verschiedenen anderen Algen wie *Spirogyra mirabilis, Zygnema stellinum, Roya obtusa, Cosmarium nasutum* fa. *granulata, C. costatum, C. caelatum, C. notabile, Bumilleriopsis exilis.* In einer Form, die der SKUJAschen Diagnose entspricht, aber deutlich (um 6 μ) dicker war und die keine so ausgesprochen vorgezogenen Enden hatte, aus einem Straßengraben ebenfalls in fast angetrockneten *Zygnema*-Watten bei Hirschberg in Böhmen. (Vielleicht eigene Art.)

5. Bumilleriopsis closterioides (Fig. 701).

Zellen gerade, doch meist leicht halbmondförmig gekrümmt, seltener S-förmig, meist gleichmäßig walzlich, doch an den Enden schief kegelförmig verschmälert, doch nicht spitz, sondern stumpf endend. Bis achtmal so lang als breit, meist einzeln,

seltener strahlenförmig zu Vierer- oder Achtergruppen verbunden, wobei dann die verbundenen meistens Zellen stärker gekrümmt sind als die einzeln lebenden. Gelegentlich sind die Zellen unregelmäßig aufgetrieben, lassen aber immer noch mehr oder weniger deutlich die kegelförmigen Enden erkennen. Membran

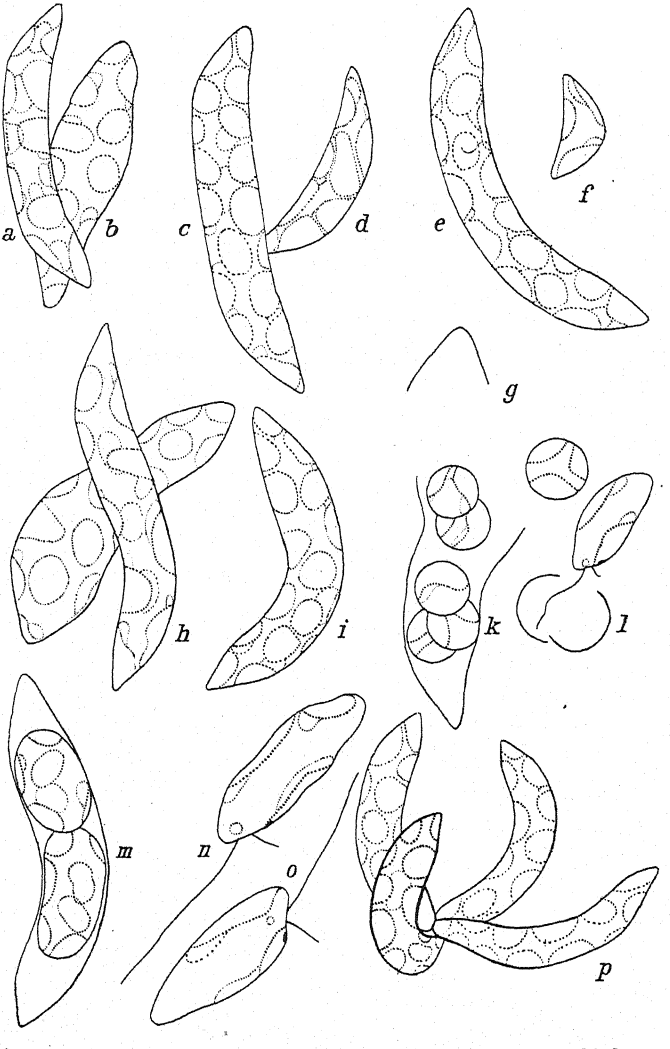


Fig. 701. *Bumilleriopsis closterioides: a–i* verschieden alte und verschieden geformte Zellen; *k* Autosporenbildung; *l* Schwärmerbildung aus den Autosporen; *m* Bildung großer Autosporen; *n, o* Schwärmer; *p* vierzelliges Stadium dadurch entstanden, daß die vier Schwärmer, aus denen diese Zellen entstanden sind, nicht vollständig voneinander getrennt waren.

sehr zart, auch an den Enden nicht verdickt, manchmal mit einer leichten Schleimhülle umgeben, aus zwei Teilen bestehend, zwischen welche sich bei verlängerten Zellen ein Zuwachsstück einschiebt, das aber gegenüber den beiden Endstücken nicht besonders differenziert ist. Meist ist diese Zusammensetzung der Zellmembran erst bei der Entleerung der Vermehrungsprodukte zu erkennen. Chromatophoren sehr zahlreich, scheibchenförmig, an den aufgetriebenen Formen nicht selten sehr groß und dabei verzogen. Rote Öltröpfchen nicht beobachtet. Dagegen hier und da „Eiweißkristalle". Vermehrung beobachtet. Bildung von 4 bis 32 kugeligen Autosporen mit sehr zarter Membran, in ihnen meistens zwei bis drei, seltener nur ein Chromatophor. Diese Autosporen keimen entweder direkt aus oder aber ihr Inhalt tritt in der Form eines Schwärmers dadurch aus diesen Autosporen aus, daß ihre Membran in zwei annähernd gleichgroße Hälften zerfällt. Es können aber aus den vegetativen Zellen die Schwärmer auch direkt gebildet werden. Schwärmer (4–32) immer gestreckt, vorne abgeschrägt, besonders am Hinterende leicht amöboid, mit meist zwei, drei, seltener einem oder mehr Chromatophoren, der bauchständige Chromatophor mit einem Stigma, Hauptgeißel körperlang, Nebengeißel ein Viertel bis ein Sechstel der Hauptgeißel. Die Schwärmer kommen sehr bald zur Ruhe und bilden zunächst kleine, fast halbmondförmige Zellen, deren Membran aus zwei Hälften besteht. Diese Zellen zeigen sehr bald ausgiebiges Längenwachstum und bilden neue Membraneinschubstücke. Gelegentlich wandelt sich der Inhalt einer vegetativen Zelle in eine oder zwei ellipsoidische Zellen um, deren Membran zunächst sehr zart ist. Das Schicksal dieser großen Zellen konnte aber nicht verfolgt werden, möglicherweise werden sie zu derbwandigen Cysten oder sie wachsen, falls sie nicht ihrerseits wieder zu Autosporen oder Schwärmerbildung schreiten, direkt zu vegetativen Zellen heran.

Zellen 7–12 μ dick, bis 30 oder 40 μ lang.

Vorkommen: Einmal in allen Entwicklungsstadien aus Torfgruben im Erzgebirge (Gottesgab). Wiesengraben in Holstein.

Ganz junge Zellen von *B. closterioides* (siehe Fig. 701 *f* u. 695) sehen *B. simplex* recht ähnlich. Diese bleibt aber immer klein und zeigt nie die charakteristischen großen Zellen von *B. closterioides*.

6. Bumilleriopsis biverruca (Fig. 692, 702, 703).

Zellen gerade oder meistens ganz leicht gekrümmt, an beiden Enden sehr breit, doch manchmal ungleich abgerundet, mit

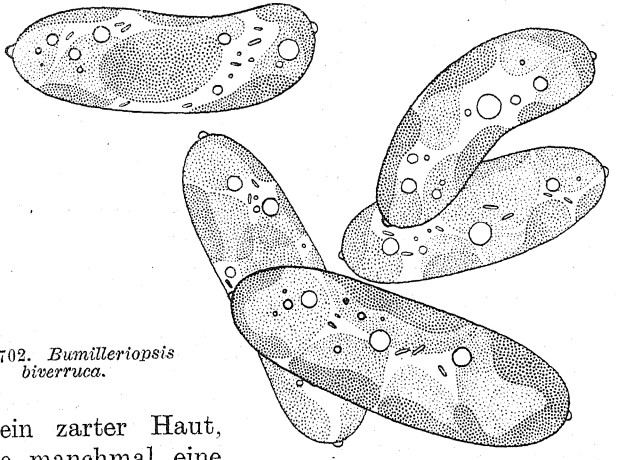


Fig. 702. *Bumilleriopsis biverruca.*

ungemein zarter Haut, um die manchmal eine leichte Schleimhülle ist. Membran an den Enden mit kleinen, fast halbkugeligen Warzen versehen. Chromatophoren scheibchenförmig, ellipsoidisch oder leicht bandförmig, oft sehr ungleich groß, meistens nur in relativ geringer Zahl vorhanden (bis 12) und infolgedessen größer als bei den anderen Arten. Schwärmerbildung nicht beobachtet, doch wahrscheinlich, da die Teilprotoplasten kontraktile Vakuolen und sogar Stigmen hatten. Einmal eine Zelle mit mehreren Autosporen gesehen, wahrscheinlich die anderen Autosporen bereits ausgetreten. Membran aus zwei Hälften bestehend, die gleich oder sehr ungleich sein können.

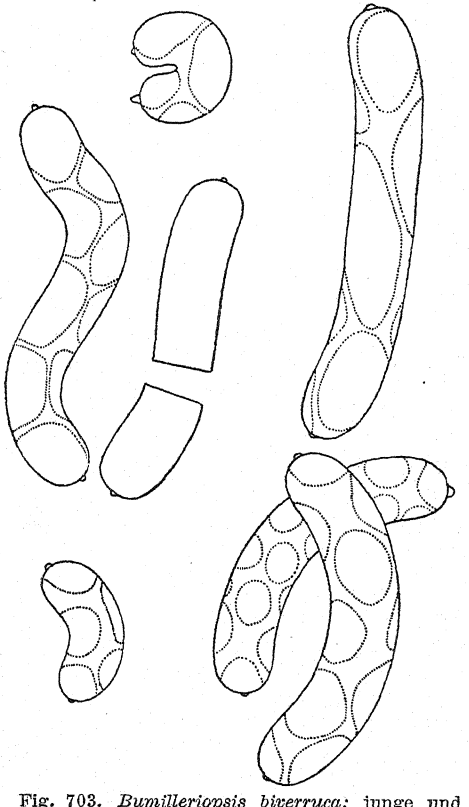


Fig. 703. *Bumilleriopsis biverruca:* junge und alte Zellen. Beachte die schwankende Größe der Chromatophoren. In der Mitte leere Zelle mit getrennten Membranhälften.

Zellen 21 μ und länger, 6–9 μ breit.

Vorkommen: Aus den Teichufern bei Břve (PETROVÁ), nach Skizzen von KNOTT. Diese Art leitet insofern zu *Centritractus* über, als durch ihre Membranwärzchen die Endstacheln von *Centritractus* vermittelt erscheinen. Vielleicht kalkhold.

7. Bumilleriopsis incrassata (Fig. 704).

Zellen im ausgewachsenen Zustand fünf bis mehrmals so lang als breit, meistens deutlich gekrümmt, ziemlich regelmäßig zylindrisch, manchmal in der Mitte oder gegen das Ende zu

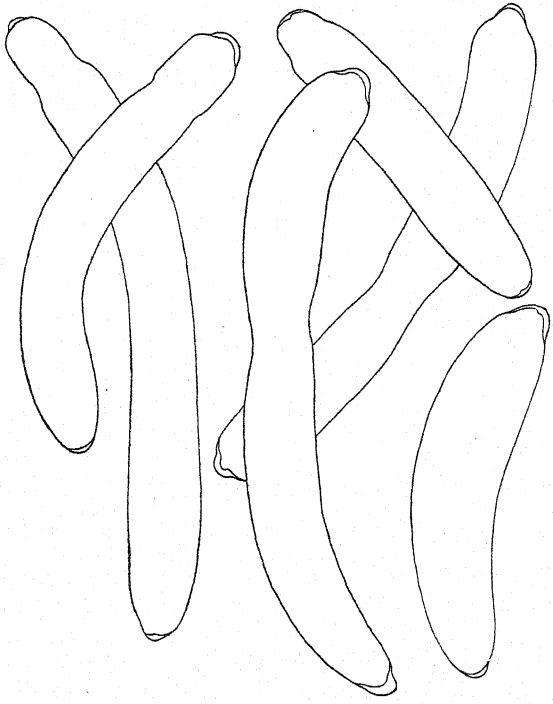


Fig. 704. *Bumilleriopsis incrassata.*

etwas eingeschnürt. Enden manchmal etwas vorgezogen, breit abgerundet, die sonst sehr zarte Membran hier deutlich kappenartig verdickt. Chromatophoren zahlreich, oft sehr blaß, scheibchenförmig, manchmal sehr unregelmäßig und fast bandförmig, gelegentlich auffallend große, tiefrote Exkretöltropfen.

Vermehrung nicht gesehen, dagegen sternförmige Kolonien sowie auch reihenförmige Verbände von 2 oder 4 Zellen.

Zellen 5–8 μ dick, bis 50 μ lang.

Vorkommen: Ein einziges Mal, allerdings in größerer Menge und durch längere Zeit beobachtet: Ameringkogel (Weißenstein) über Obdach in der Steiermark. In kleineren Vertiefungen der Wiese, die mit stark verjauchten Gewässern ausgefüllt waren.

Bumilleriopsis ist gewiß artenreicher. Zwei weitere Formen konnte ich leider nur wenig sehen. Die eine hatte ganz gerade, fast starre, walzliche Zellen und war an den Enden fast rechtwinkelig abgestutzt. Membran derb, manchmal rot verfärbt, an den Enden nur schwach verdickt. Membranhälften meist recht ungleich. Chromatophoren viel, scheibchenförmig. Zellen bis 50 μ lang, bis 8 μ dick.

Eine andere Art hatte ausgesprochen walzliche Zellen, die nur 3–4 μ dick waren. Die Zellen waren überaus lang, meist leicht gebogen oder geschlängelt. Membran zart. Chromatophoren wenige, blaß, recht in die Länge gezogen.

Die erste Form kam in moorigen, eisenhaltigen Gewässern mit viel *Trachelomonas*, *Spongomonas* vor. Gräben bei den Bärischen Teichen im Erzgebirge (bei Joachimstal), die andere fand sich an feuchten Stellen eines Altwassers der Erlauf bei Purgstall i. O.-Donau mit *Protosiphon* und *Botrydium* zusammen und ist vielleicht kalkhold.

57. Pseudotetraedron Pascher (1912) (Fig. 99*b*, 705, 706).

Name von: *ψεῦδος* — unecht — *τέτρας* = vier — *ἡ ἕδρα* übertragen: Fläche.

Pascher, Hedwigia **53** (1912) 5; S. W. Fl. **11** (1925) 53. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 392. — Prescott, Univ. Jowa Studies, Stud. nat. hist. **13** (1931) Nr. 6, 45. — Smith, S. M., Freshwat. Alg. USA. (1933) 152. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 468.

Syn.: *Polyedrium* pro parte Bachmann, H., Phytoplankton des Süßwassers (1911) Taf. 2, Fig. 5.

Zellen immer einzeln lebend, in der Form eines der Länge nach zusammengedrückten Zylinders. Von der Breitseite gesehen fast quadratisch, von der Schmalseite gesehen mit schön elliptischem Umriß, der besonders in der Scheitelansicht sehr deutlich ist. Membran relativ derb; deutlich aus zwei Hälften bestehend, die äquatorial leicht übereinander greifen. Die Ecken der Breitseite in je einen, annähernd zweimal körperlangen Stachel ausgezogen, der gerade ist und in die Breitseitenebene zu liegen kommt. Die ganze Zelle, von der Breitseite gesehen, daher mit vier diagonal stehenden, langen Stacheln versehen. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig und

wandständig. Vermehrung selber nicht gesehen; wahrscheinlich durch Zweiteilung. Schwärmer nicht beobachtet, Cysten in Form und Bildung sehr charakteristisch, kugelförmig, mit glatter, fester, leicht verkieselter Membran, die aus zwei Hälften besteht, die in der Form zweier Halbkugelschalen mit ihren Rändern übereinandergreifen. Die Cysten werden durch Auseinanderklappen der beiden Membranhälften frei. Keimung der Cysten nicht beobachtet[1]).

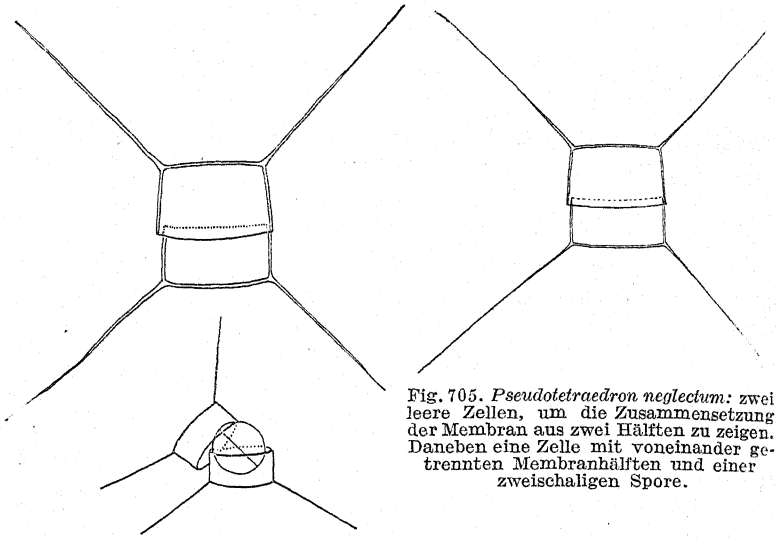


Fig. 705. *Pseudotetraedron neglectum:* zwei leere Zellen, um die Zusammensetzung der Membran aus zwei Hälften zu zeigen. Daneben eine Zelle mit voneinander getrennten Membranhälften und einer zweischaligen Spore.

Pseudotetraedron weicht von den anderen bisher bekannten Heterococcalen durch die eigenartige Stachelbildung ab und nähert sich dadurch der Gattung *Centritractus*. Dessen Membranhälften tragen aber nicht je zwei, sondern nur einen derben, polaren Stachel. *Pseudotetraedron* kann bei oberflächlicher Beobachtung mit *Tetraedron* (*Polyedrium*) verwechselt werden. Alle *Tetraedron*-(*Polyedrium*-)Arten besitzen aber eine einheitliche, nicht aus zwei Schalen bestehende Membran, meistens nur einen großen, rein grünen Chromatophoren, oft ein Pyrenoid und immer Stärke.

Sehr weitgehend stimmen aber mit *Pseudotetraedron* einzelne Arten der von SCHMIDLE (1899) aufgestellten Gattung *Polyedriopsis* überein. Die Gattung hat ebenfalls viereckige, an den Kanten oft eingezogene Zellen, deren Ecken mit Borsten besetzt

[1]) Inzwischen (1931) von PRESCOTT die Bildung von 4 Autosporen beobachtet.

sind. Während *Polyedriopsis spinulosa* SCHMIDLE jede Ecke mit mehreren Borsten besetzt hat, ist bei *P. quadrispina* G. M. SMITH an jeder Ecke nur eine Borste vorhanden. Dadurch wird *P. quadrispina Pseudotetraedron* zum Verwechseln ähnlich. *Polyedriopsis* hat aber Stärke, einen Chromatophoren und ein Pyrenoid.

Es besteht eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit den viereckigen *Goniochloris*-Formen, die ebenfalls in der Breitseite fast quadratisch sind. *Goniochloris* hat aber keine langen Eckborsten und dann sind ihre Zellen nicht zusammengedrückt zylindrisch mit elliptischen, flachen Endflächen, sondern ausgesprochen kissenförmig mit gleichmäßig kantigen Rändern (vgl. Fig. 488/9 S. 628/9, *Goniochloris tetragona*).

Es ist nicht völlig sichergestellt, daß *Pseudotetraedron* eine glatte Membran besitzt. Ich hatte seinerzeit nicht darauf geachtet, da mir die Existenz von Membranskulpturen bei Heterokonten erst später bekannt wurde.

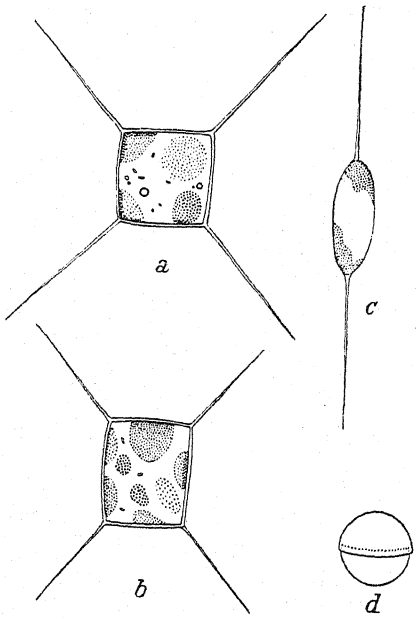


Fig. 706. *Pseudotetraedron neglectum: a, b* zwei Zellen von der Breitseite; *c* von der Schmalseite; *d* Spore.

Bis jetzt eine einzige Art bekannt:

Pseudotetraedron neglectum PASCHER (1912) (Fig. 705, 706).

PASCHER, Hedwigia **53** (1912) 5; S. W. Fl. **11** (1925) 54. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 392. — PRESCOTT, Univ. Jowa Stud. Nat. Hist. **13** (1931) Nr. 6, 45. — SMITH, G. M., Freshwat. Alg. USA. (1933) 152. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 468.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1912) 3, Fig. 1–6; S. W. Fl. a. a. O. (1925) 54, Fig. 36a, b. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., a. a. O. (1927) 392, Fig. 295. — PRESCOTT, a. a. O. (1931) Taf. 7, Fig. 2, 3 (Autosporenbildung). — SMITH, G. M., a. a. O. (1933) 152, Fig. 97 (Kopie). — FRITSCH, a. a. O. **1** (1935) 485, Fig. 159, P, R. — BACHMANN, H., Das Phytoplankton d. Süßwassers (1911) Taf. 2, Fig. 5.

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 7–12 μ groß, mit den Borsten 20–30 μ messend. Cysten 5–7 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Seltener Planktont stehender Süßwässer; bis jetzt aus dem Rotsee in der Schweiz (H. BACHMANN) und aus stehenden Gewässern Böhmens (Langenbrucker Teich im Böhmerwald); auch aus Nordamerika, U. S. A., Iowa angegeben (PRESCOTT 1931). Hier in Algenkulturen aufgetreten[1]).

Form, die sehr leicht zu übersehen ist.

58. Centritractus LEMMERMANN (1900) (Fig. 707–716).

(Name unglücklich gebildet: centrum = Mitte; tractus = gezogen bzw. vorgezogen, ausgehend, entspringend.)

LEMMERMANN, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **18** (1900) 274. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1927) 53. — WEST u. FRITSCH, Treat. Brit. Fr. Alg., Aufl. 2. (1927) 307. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., Aufl. 2, **3** (1927) 392. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 486. — TIFFANY, The Ohio Nat. Univ. fr. Stone Lab. Contrib. **6**, 35.

Syn.: *Centratractus* LEMMERMANN a. a. O. (erratim). — *Schroederia* SCHMIDLE, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **18** (1900) 149 z. T. (?).

Fast immer einzeln lebende Alge, seltener kleine, unregelmäßige, mehr zufällige Gruppen. Zellen kugelig-ellipsoidisch spindelförmig bis walzlich spindelförmig oder ausgesprochen walzlich, oft vielmals länger als breit, gerade oder leicht gekrümmt, manchmal mit ungleichen Enden. Membran zart bis derb, an den Enden mit je einem axialen, kürzeren oder längeren, derben oder sehr zarten Stachel versehen. Die beiden Stacheln oft ungleich, gerade oder leicht gekrümmt. Die Membran besteht aus zwei Teilen, von denen der eine, seltener beide Teile durch Zuwachsstücke, die oft viel zarter sind als die beiden ersten Membranstücke, in die Länge wachsen. Die Membran daher manchmal sehr ungleich dick (Fig. 707, 709, 713). Chromatophoren einer oder mehrere, dementsprechend muldenförmig, oft mantelförmig, gerade oder schief liegend, oft zerteilt oder stark gelappt und auch gelegentlich scheibchenförmig aufgelöst (Scheibchenform viel-

---

[1]) G. M. SMITH hält es für nicht absolut sicher, daß die von PRESCOTT (1931) beschriebene und abgebildete Form *Pseudotetraedron* ist, da PRESCOTT in jeden der Chromatophoren eine Struktur einzeichnet, die SMITH als Pyrenoid deutet. Er hält es demnach für möglich, daß PRESCOTT *Polyedriopsis quadrispina* G. M. SMITH vorgelegen habe [G. M. SMITH, Freshwat. Alg. USA. (1933) 152, 515].

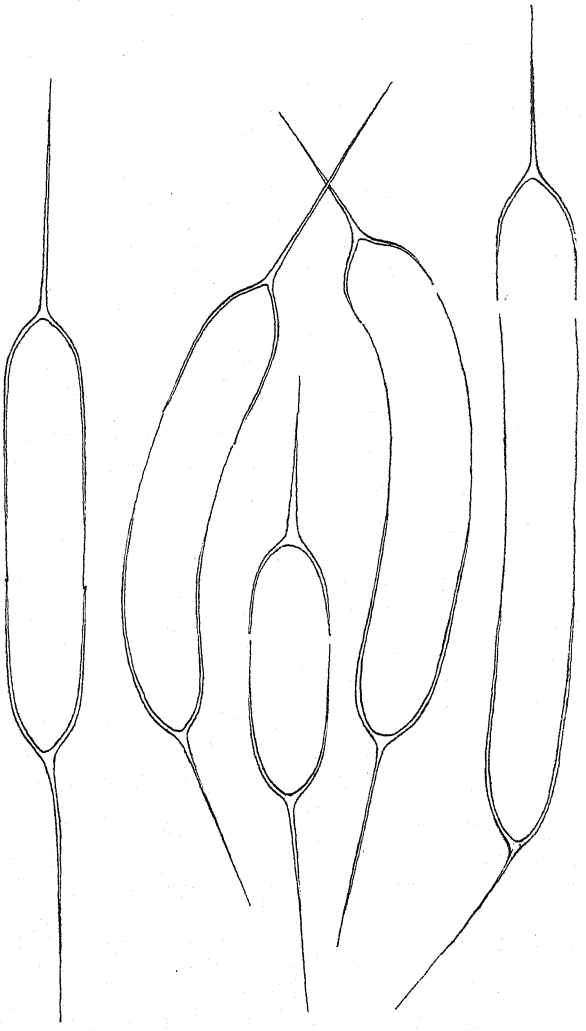


Fig. 707. *Centritractus belonophorus:* verschieden alte Zellen.

leicht für Arten charakteristisch). Gelegentlich der ganze Chromatophor ein unregelmäßiges Maschenwerk darstellend.

Vermehrung sehr unvollständig bekannt. Soweit von mir gesehen, Bildung von Schwärmern (2–16), mit einem bis mehreren Chromatophoren sowie von dünnwandigen Autosporen, wie derbwandigen Aplanosporen (siehe S. 79, Fig. 64*c*). Ihre Membran ist wahrscheinlich zweiteilig, mit gleichen Stücken. Andere Stadien nicht gesehen.

Bei allen *Centritractus*-Arten können (siehe Fig. 709 *a*, *e*) sehr eigenartige Auftreibungen der Zellen stattfinden. Diese Auftreibungen beziehen sich immer nur auf die zarten Zuwachsstücke der Membran. Durch Parasiten scheinen sie nicht verursacht zu sein, da ich in dem so durchsichtigen Plasma der Zellen keine Andeutung von Parasiten zu sehen bekam. Möglicherweise handelt es sich sich hier um Beeinflussung durch den Salzgehalt, denn diese Formen fanden sich nur in den von Mineralquellen gespeisten Moorwässern um Franzensbad.

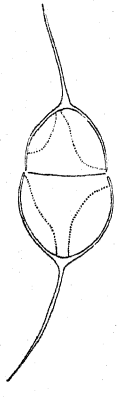


Fig. 708. *Centritractus belonophorus:* ganz junge Zelle mit ungleichen Membranhälften noch ohne zylindrisches Zuwachsstück.

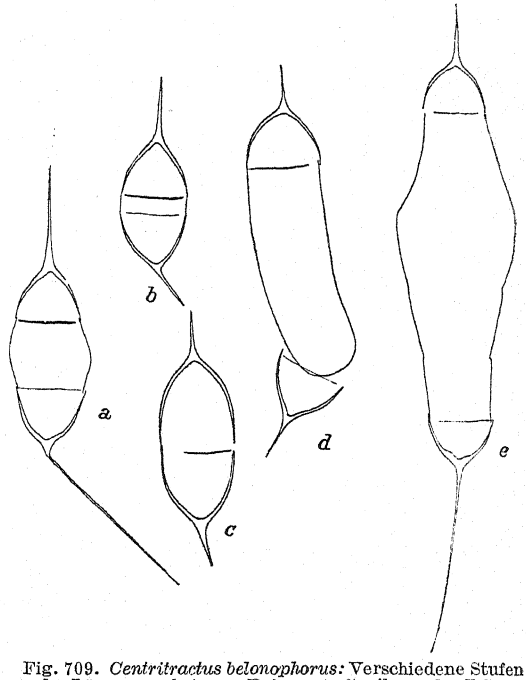


Fig. 709. *Centritractus belonophorus:* Verschiedene Stufen des Längenwachstums. Bei *a*, *e* Auftreibung der Zelle.

An *Centritractus* ist in morphologischer Hinsicht sehr vieles unklar. Der Bau des Chromatophoren ist nicht völlig geklärt, und auch der Membranbau ist nicht ganz klar. Sicher ist nur, daß die Membran in gleicher Weise in die Länge wächst wie bei *Ophiocytium*. Inwieweit aber die Membran der Aplanosporen z. B. sich an der Bildung der Membran der vegetativen Zelle beteiligt, ist sehr ungeklärt. Auffallend ist der Umstand, daß in einem Falle die Aplanosporen je zwei polare Spitzchen hatten. Die Bildung der Membranstacheln ist bei *Centritractus* genau so unklar wie bei allen anderen mit Borsten und Stacheln versehenen Heterokonten.

Auch systematisch ist *Centritractus* eine unklare Gattung. Ausdrücklich muß die weitgehende Übereinstimmung hervorgehoben werden — wie es bereits vorhin geschehen ist —, die einige *Centritractus*-Arten mit gewissen einzeln lebenden *Ophiocytium*-Arten (*Ophiocytium bicuspidatum*, *O. capitatum*, sowohl die kurz- wie die langstacheligen Arten) haben. Es sind nun zwei Fälle möglich. Entweder stellen *Centritractus*-Arten *Ophiocytium*-Zellen dar, die entweder nicht in die Länge gewachsen sind oder das für *Ophiocytium* charakteristische Längenwachstum noch nicht durchgeführt haben, oder aber *Centritractus* ist wenigstens in einigen Arten eine selbständige Gattung, die sich dadurch von *Ophiocytium* unterscheidet, daß das Längenwachstum der Zellen nicht in dem extremen Maße fortgesetzt wird wie bei *Ophiocytium*. Die langzelligen Ophiocytien mit ihrem extremen Längenwachstum wären gewissermaßen eine generische Weiterentwicklung von *Centritractus*. Ich glaube, daß beide Möglichkeiten für die Gattung *Centritractus* zutreffen, einige Arten selbständig sind, andere aber nur Jugendstadien oder Hemmungsstadien von *Ophiocytium* darstellen. So möchte ich glauben, daß der von PRINTZ beschriebene *Centritractus dubius* wahrscheinlich zu *Ophiocytium capitatum* oder zu einer verwandten *Ophiocytium*-Art gehört.

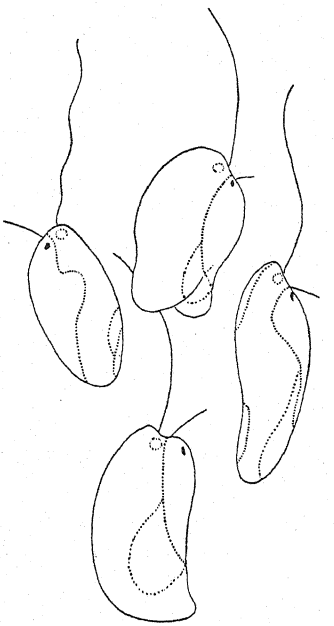


Fig. 710. *Centritractus belonophorus*: Schwärmer.

Schwierig ist die Deutung der *Centritractus*-Formen, die kein besonderes Längenwachstum haben und deren Zellen kugelig bis kurz ellipsoidisch sind (*Centritractus globulosus*). Obwohl ich von der Selbständigkeit dieser Arten nicht überzeugt bin, muß ich sie trotzdem provisorisch führen, da es nicht möglich ist, sie einer anderen Heterokonte als Entwicklungsstadien zuzuweisen. Was die häufigste Art: *Centritractus belonophorus* anbelangt, so scheint sie, wie später auseinandergesetzt wird, nur eine bestimmte Form aus einer großen Formenreihe zu sein.

Demnach sind, wie bei vielen Heterokonten, auch bei *Centritractus* alle Arten genau in bezug auf ihre Selbständigkeit und Wertigkeit zu überprüfen.

Centritractus ist schwer von den einzeln lebenden Ophiocytien zu unterscheiden. Mit anderen Algen kann *Centritractus* kaum verwechselt werden, die polar axialen Borsten hat *Centritractus* nur mit *Ophiocytium* gemeinsam. Dagegen gibt es langwalzliche *Bumilleriopsis*-Arten, die axial und polar an jedem Ende eine warzenförmige Membranverdickung haben. Wie bereits bei *Bumilleriopsis* (S. 834) erwähnt, kann man sich vorstellen, daß die Stacheln bzw. die Borsten von *Centritractus* extreme Entwicklungen solcher Warzen darstellen.

Mit *Centritractus* wird als synonym aufgefaßt die SCHMIDLEsche Gattung *Schroederia*. Was ich an *Schroederia* sah, war unzweifelhaft eine Chorophycee. Auch SMITH, G. M. (Fresh. wat. Alg. USA. [1933] S. 508/9) behandelt sie bei den Protococcalen. *Schroederia* hat auch ein, doch gelegentlich 2–3 Pyrenoide. Das schließt natürlich nicht aus, daß *Schroederia* gelegentlich als *Centritractus* angesprochen wird. Jedenfalls handelt es sich um zwei auffallend parallele Gattungen zweier verschiedener Algenreihen[1]).

Es lassen sich bei *Centritractus* mit allem bereits gemachten Vorbehalte der Wertigkeit morphologisch folgende „Arten" unterscheiden:

I. Zellen[2]) deutlich ellipsoidisch bis langwalzlich, mindestens zwei- bis mehrmals so lang als breit
  1. Endstacheln sehr derb, nicht zart
    A. Stacheln lang, meist mehrmals länger als die Dicke der Zelle
      a) Enden der Zellen abgerundet oder doch rasch in die Stacheln verschmälert
        α) Enden nicht breit abgerundet, doch rasch in den langen Stachel verschmälert . . . **Centritractus belonophorus 1.**
        β) Enden breit abgerundet, Stacheln förmlich aufgesetzt **Centritractus rotundatus 2.**
      b) Enden der Zelle fast kegelförmig in den Stachel verschmälert **Centritractus africanus 3.**

---

[1]) Das bezieht sich nur auf *Schroederia setigera* mit einfachen Endborsten, nicht aber auf *Schroederia ancora*, bei der die eine Endborste gegabelt ist.

[2]) Die Artabgrenzungen haben nur sehr vorläufigen Charakter, wenn sich auch zwei Gruppen unterscheiden lassen, die mit derben Membranen und derben Stacheln und die mit zarten Membranen und sehr dünnen Borsten.

B. Stacheln nur wenig länger als die Dicke der Zelle **Centritractus dubius 4.**

2. Endstacheln sehr zart, haarförmig, Zellen ellipsoidisch bis walzlich . . . . . **Centritractus capillifer 5.**

II. Zellen kugelig bis kurz ellipsoidisch, Endborsten sehr zart **Centritractus globulosus 6.**

1. Centritractus belonophorus LEMMERMANN (1900) (Fig. 707, 708, 709, 710, 711 z. T., 714*a*).

LEMMERMANN, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **18** (1900) 274. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 53. — SKUJA, Act. Hort. Bot. Univ. Lat. **7** (1932) 61. — TISTANY, The Ohio Nat. Univ. Stone Lab. Cont. **6** (1934) 35.

Syn.: ? *Schroederia belonophora* SCHMIDLE, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **18** (1900) 149.

Abb.: ?SCHMIDLE, a. a. O. (1900) Taf. 6, Fig. 6, 7. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 53, Fig. 35a. — SKUJA, Act. hort. Bot. Univ. Lat. **7** (1932) 57, Fig. 78. — ROLL, Ac. Sc. Ukrain. Mem. Scient. Phys. Math. **11** (1929) 3, Taf. 10 (var. *major*). — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1938) Fig. 159, S. 485. — TIFFANY, a. a. O. (1934) Taf. 14.

Zellen ellipsoidisch bis kurz walzlich, drei bis achtmal so lang als breit, manchmal leicht gekrümmt. Membran besonders an den Enden derb, hier manchmal leicht kappenförmig, Einschubstücke oft recht lang und manchmal deutlich zarter (siehe Fig. 707, 709, 711). Zonierung der Membran hier und da sehr deutlich. Zellen an den Enden rasch (doch niemals kegelförmig verschmälert oder abgerundet) zusammengezogen und hier die Membran in den nicht scharf abgesetzten Stachel ausgezogen. Stachel oft so lang oder länger als die Zelle, mit spitzem Ende gerade oder leicht gekrümmt. Zellenden manchmal rötlich verfärbt. Die beiden ursprünglichen Membranteile fast gleich (Fig. 711 *a, b, c, d*) oder sehr ungleich (Fig. 711 *e, f*), oft so, daß der eine förmlich deckelartig aufsitzt (Fig. 707). Chromatophor in seinem Aussehen recht wechselnd, manchmal auffallend blaß. Schwärmerbildung beobachtet. Diese mit einem oder zwei Chromatophoren, der eine Chromatophor mit Stigma versehen. Nebengeißel sehr kurz bis fast stummelförmig. Aplanosporen leicht ellipsoidisch, manchmal mit kleinen Membranwärzchen an den Polen. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 8–15 μ dick, 16–40 μ lang, dazu die Stacheln von je 15–30 μ Länge.

Vorkommen: Verbreitete, aber nicht sehr häufige Alge, allem Anschein nach mit sehr breiter ökologischer Spannweite. Im

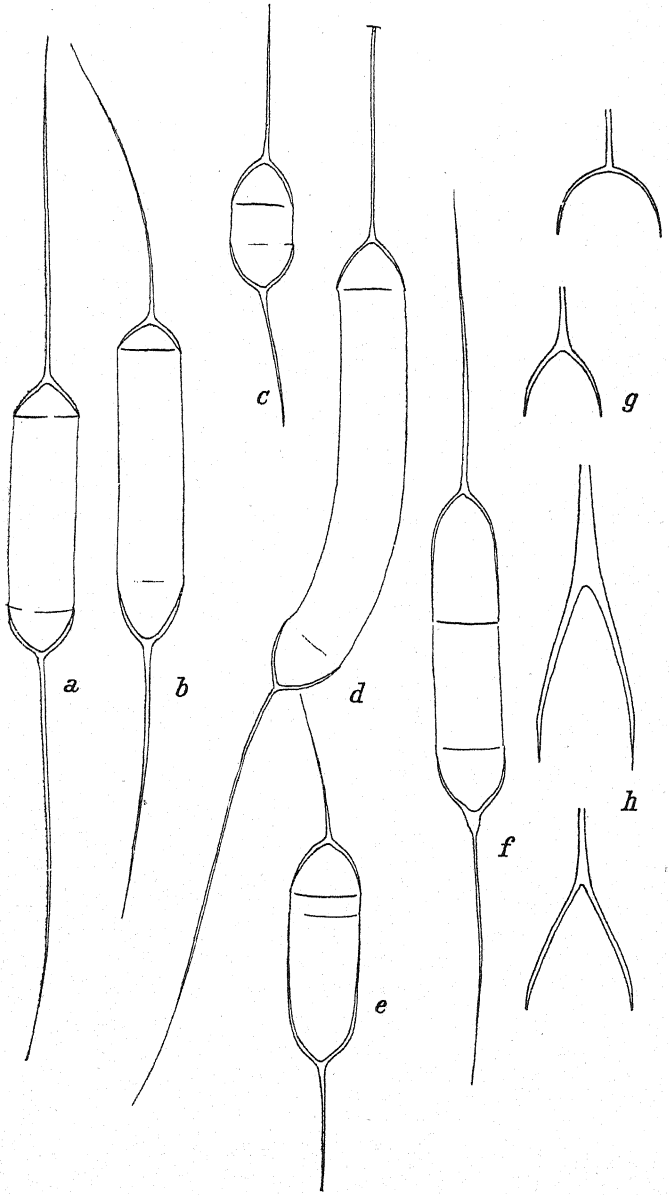


Fig. 711. *Centritractus belonophorus:* Verschieden alte Zellen und Übergänge zu *C. rotundatus.* Beachte die derbwandigen, kappenförmigen Membranenden und die zarten Zuwachszonen! Im Vergleich dazu bei *g* zwei Zellenden von *C. belenophorus* und *rotundatus* und bei *h* von *C. africanus.*

Gebiet wiederholt beobachtet in Deutschland, Böhmen, Österreich, Lettland usw.

Roll hat (Ann. Prot. 1, 1928, 165) lange Formen als var. ***maior*** bezeichnet. Die Zellen waren bis 6 μ dick, 45–47 μ lang (ohne Stacheln), die Stacheln 27 μ lang (im Plankton von Krementschoug-Rußland).

Centritractus belonophorus stellt meiner Ansicht nach die häufigste Zwischenform zwischen den beiden Extremen (*C. africanus* und *C. rotundatus*) dar.

2. Centritractus rotundatus (Fig. 711*g*, 713*b*).

hat gestreckt ellipsoidische bis walzliche Zellen. Auffallend an ihnen sind die halbkugelig abgerundeten Zellenden, denen die Borsten förmlich aufgesetzt sind, so daß die Verschmälerung des Zellendes in die Borsten, wie sie für *C. belonophorus* und *C. africanus* charakteristisch ist, hier fehlt. Die Zellen werden niemals so lang wie bei *C. belonophorus* und *C. africanus*. Die Membran ist meist viel derber als bei diesen Arten

Zellen 6–8 μ dick, bis 30 μ lang. Borsten oft so lang wie die Zellen, oft ungleich.

Vorkommen: In größerer Menge aus einem Graben bei Franzensbad mit Blaualgen und vor allem *Spirogyra*, *Hormidium* und anderen Algen (1926). Almtümpel auf der Lopern (Totes Gebirge).

Die Membran war sehr häufig auffallend rot gefärbt.

Das andere Extrem stellt Formen dar, die Fritsch und Rich (Transact. Roy. Soc. S.-Afr. **18** [1929] 69, Fig. 23) als

3. Centritractus africanus (Fig. 712, 713*a*)

beschrieben haben. Die Zellen sind oft recht lang, gerade oder leicht wellig gekrümmt, vor den Enden nicht selten, auch wiederholt taillenförmig eingeschnürt, die Enden selber deutlich und allmählich kegelförmig verschmälert und allmählich in die derben Borsten übergehend. Chromatophoren wohl mehrere.

Zellen 27–37 μ lang, Borsten bis 36 μ; Dicke der Zellen 5–6 μ.

Vorkommen: Bis jetzt aus dem Kaplande und auch aus Böhmen (Stark saure Tümpel im Kieferwald bei Niemes, N.-Böhmen).

Ich sah Formen, die der von den beiden Autoren gegebenen Beschreibung sehr nahe kamen und dabei die allmähliche kegelförmige Verschmälerung viel deutlicher hatten als die von den Autoren abgebildeten Zellen (Böhmerwald, Gräben um Mugrau, Musikantenteiche bei Hirschberg i. B.) (Fig. 713*a*). Skuja bestreitet die Wertigkeit dieser Art.

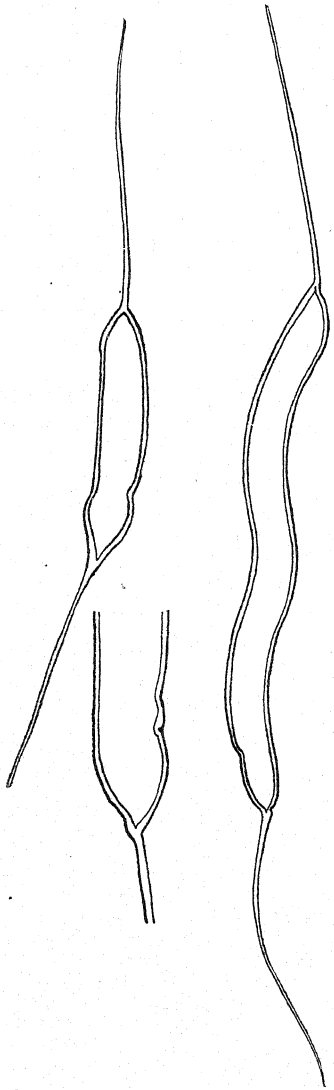


Fig. 712. *Centritractus africanus* nach FRITSCH und RICH.

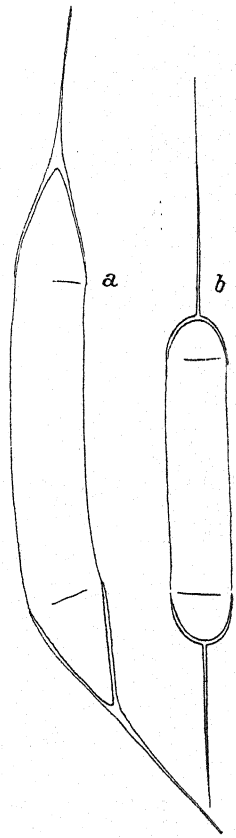


Fig. 713. *a Centritractus africanus*; *b C. rotundatus.*

Centritractus belonophorus, *africanus* und *rotundatus* scheinen miteinander so nahe verwandt zu sein, so daß es auch möglich wäre, sie als Rassen oder Varietäten einer Sammelart zu betrachten. *Centritractus rotundatus* und *africanus* scheinen mir die Extreme zu sein, die relativ selten erreicht werden, während

die Zwischenform *C. belonophorus* viel häufiger ist. Dabei denke ich nicht nur an bloße Modifikationen, sondern auch an fixierte Formen.

Bei der Gattung *Bumilleriopsis* scheint es ähnliche Formextreme zu geben: an den Enden fast halbkugelig abgerundet: *B. Peterseniana*, mit fast kegelförmigen Enden: *B. closterioides*.

? 4. Centritractus dubius Printz (1914) (Fig. 714*b*).

Printz, Vidensk. Selsk. Skrift., I. Kl. **6** (1914) 72. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 53.

Abb.: Printz, a. a. O. (1914) Taf. 5, Fig. 143. — Pascher, a. a. O. (1925) 53, Fig. 35b.

Zellen kurz ellipsoidisch, an beiden Enden verschmälert abgerundet, mit derber Membran, die anscheinend aus zwei gleichen Teilen besteht. An den Polen axial ein kurzer, nicht scharf aufgesetzter, derber, spitzer Stachel, der kaum so lang ist wie die Zelle breit ist. Zwei bis drei wandständige Chromatophoren.

Zellen 10–14 μ lang, 5–6 μ dick.

Vorkommen: Bislang aus norwegischen Plankton, wohl nur sekundär eingetrieben.

Diese Art erscheint mit vollem Recht zweifelhaft. Ich halte sie für Jugendformen entweder von *Ophiocytium capitatum* oder *O. bicuspidatum*. Da bei *Ophiocytium* gelegentlich die Aplanosporen schon die Form der vegetativen Zelle insoweit annehmen können, daß die beiden Membranhälften der Aplanosporen bereits mit kurzen, polaren Stacheln versehen sind, so kann es sich bei *Centritractus dubius* auch um eine solche keimende zweischalige Aplanospore handeln.

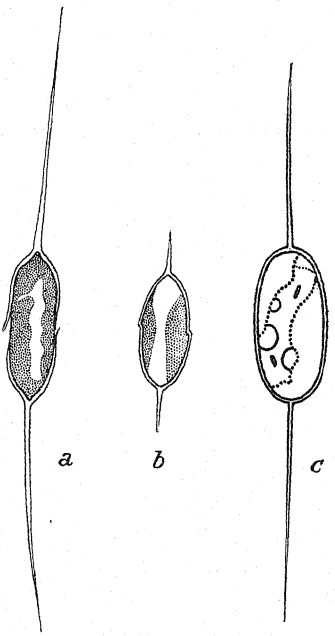


Fig. 714. *Centritractus. a C. belonophorus; b C. dubius; c* junge Zelle von *C. rotundatus* (*a* nach Lemmermann, *b* nach Printz).

5. Centritractus capillifer (Fig. 715).

Zellen in der Form nicht sehr regelmäßig, ellipsoidisch bis ellipsoidisch walzlich, manchmal an einem Ende dicker als am anderen. Gegen die Enden zu lang und allmählich bogig verschmälert oder auch kurz zusammengezogen. Enden sehr häufig (besonders an längeren Zellen) ungleich, das eine rasch

zusammengezogen, das andere lang verschmälert. Membran sehr zart, die beiden Teile der Membran sehr ungleich, wobei der Membranteil, der das rascher verschmälerte Ende bildet, meist der kürzere ist. An den Enden der Zelle je eine sehr zarte Borste. Beide Borsten meistens sehr ungleich, die kürzere oft

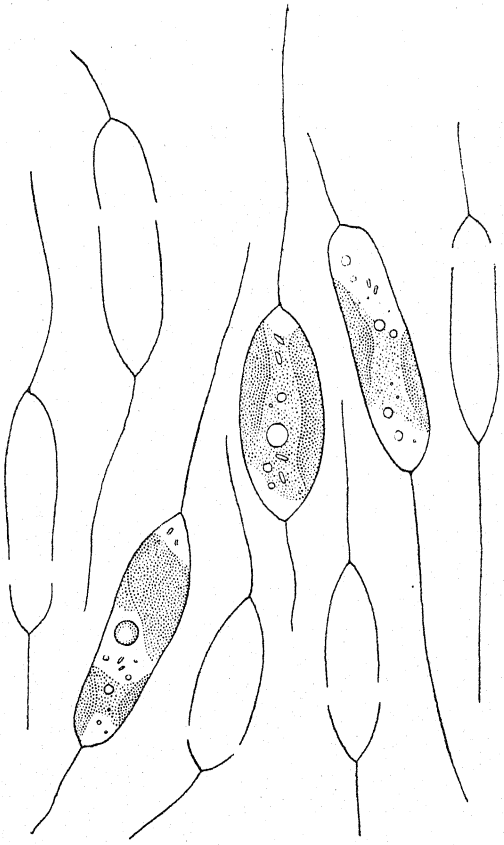


Fig. 715. *Centritractus capillifer.*

kaum die halbe Zellänge, die längere oft anderthalb Zellängen messend. Chromatophor meistens einer, mantelförmig, den größten Teil der Zelle bekleidend, oft schief und wandständig, gelegentlich zwei Chromatophoren. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 5–7 μ dick, einmal bis 9 μ, ohne Borsten 18–25 μ Länge.

Vorkommen: Wiederholt unter den Bodenalgen aus verlandenden Altwässern der Traun (Ober-Donau), in einer kleineren Form aus vergrasten Almtümpeln auf der Lopern (Totes Gebirge). Kalkhold (?).

Centritractus capillifer steht infolge seiner zarten Borsten ziemlich isoliert innerhalb der Gattung, besonders dann, wenn die nachfolgende Art *Centritractus globulosus* keinen selbständigen Charakter haben sollte.

? 6. Centritractus globulosus (Fig. 716).

Zellen kugelig bis kurz ellipsoidisch mit breit abgerundeten Enden und zarter Membran, die wahrscheinlich aus zwei gleichen Teilen besteht. Membran gegen die Basis der Borsten manchmal ein wenig verdickt. Die Borsten sehr zart, jede bis dreimal so lang als die Zelle, gerade oder leicht und unregelmäßig gekrümmt und basal weder plötzlich noch allmählich verdickt sondern förmlich direkt aufgesetzt. Meistens ein einziger, großer, muldenförmiger, oft stark gelappter Chromatophor, der mehrere Chromatophoren vortäuschen kann. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen ca. 8–10 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Mit vielen schleimigen Algen zusammen am Grunde eines Grabens im Habsteiner Moor (Nordböhmen) aus Gräben bei Kirchzarten im Schwarzwalde in der gleichen Gesellschaft (Skizze von Knott-Sigmond).

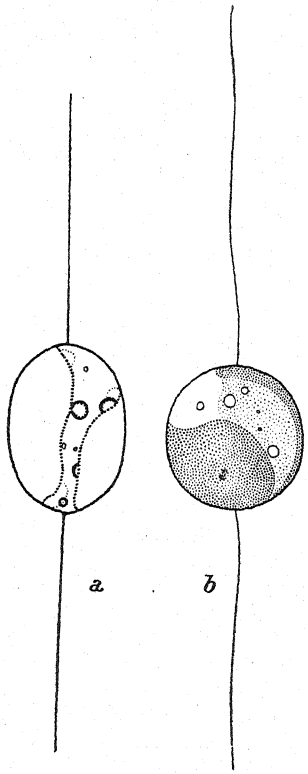


Fig. 716. *Centritractus globulosus.*

Diese Art füge ich nur sehr bedingt hier an. Ich vermag nicht zu erweisen, daß es sich nicht um ein Entwicklungsstadium einer anderen Heterokonte handelt. Es ist ebenso unmöglich, zu sagen, zu welcher Heterokonte sie gezogen werden sollte, da derartige polar mit Borsten versehene Aplanosporen für keine Heterokonte bekannt sind. Die Annahme, daß es sich vielleicht um Jugendstadien von *Centritractus capillifer* handele,

schaltet deshalb aus, weil ich in dem Material keine walzlichen Formen fand und außerdem die Zellenden nicht die bei *C. capillifer* so häufig vorkommende große Ungleichheit der Enden aufwiesen.

Chlorotheciaceae.

Festsitzend (dann ohne bedeutendes Längenwachstum) oder freilebend (dann mit bedeutendem Längenwachstum), halbkugelige bis walzliche, ja langwalzliche Zellen, deren Membran aus zwei gleichen oder zwei ungleichen Teilen besteht und bei denen das Längenwachstum durch charakteristische Einschubstücke erfolgt. Einzeln lebend oder koloniebildend. Bei den festsitzenden Formen Kolonien stockwerkartig dadurch, daß die Tochterzellen am oberen Ende der deckelartig sich öffnenden Mutterzelle sich mit Stielen verfestigen; bei freilebenden dadurch, daß sich die Zellen mit den Membranstielen zu unregelmäßig radiären Verbänden vereinigen. Die Formen mit Längenwachstum mehrkernig.

Diese Familie zeigt deutlich Beziehungen zu den Centritractaceen, deren Zellenbau sich hier wiederholt, aber bei den Chlorotheciaceen nach drei Richtungen hin abgewandelt wird: 1. durch die Erwerbung der festsitzenden Lebensweise bei einem Teile der Gattungen; 2. durch die Koloniebildung; 3. durch die Vielkernigkeit bei jenen Zellen, welche ausgesprochenes Längenwachstum haben.

Zwei Unterfamilien:

Vorherrschend einkernig mit oder ohne Stiel, meist auf Algen oder Tieren festsitzend . . . . . **Chlorothecieae** S. 860.

Formen mit ausgesprochenem Längenwachstum, einzeln lebend oder koloniebildend; wenn freilebend: radiäre Kolonien, bei denen die Zellen mittels Membranstielen radspeichenartig aneinander verfestigt sind oder wenn festsitzend: stockwerkartige Kolonien bildend, dadurch, daß die Tochterzellen sich mit Stielen an der Mündung der festsitzenden Mutterzelle verfestigen . . . . . **Sciadieae** S. 877

Chlorothecieae.

Zellen einzeln lebend und festsitzend, entweder mit breiter oder schmaler Basis dem Substrat aufsitzend oder kurz bis länger gestielt[1]). Membran zart bis derb, immer aus zwei Teilen

[1]) Inwieweit unter den langgestielten *Characiopsis*-Arten noch weitere Formen vorhanden sind, die zu den *Chlorothecieae* bzw. *Chlorothecium* gehören, müssen weitere Untersuchungen erst klären.

bestehend, in denen der obere meist kleiner ist und deckelförmig die Zelle abschließt. Vermehrung durch Schwärmer oder aber durch zu zwei bis 32 gebildete, meistens derberwandige, zweischalige Aplanosporen, die bei der Keimung ein oder zwei Schwärmer entleeren.

Die hier vereinigten Gattungen entsprechen den Characiopsidaceen[1]), deren Membran aber einteilig ist. Da noch nicht alle Characiopsidaceen in bezug auf den Membranbau untersucht sind, wird sich der Umfang der Chlorothecieen mit der Zeit erweitern.

Aller Wahrscheinlichkeit werden auch bei einzelnen Arten der Gattung *Harpochytrium*, die in dieser Bearbeitung vorläufig bei den Characiopsidaceen eingestellt sind, zweiteilige Membranen nachgewiesen werden. Diese Arten müssen dann als eigene Gattung, für die ich den Namen *Hyalothecium* vorgeschlagen habe, hier eingereiht werden (siehe das über die systematische Stellung von *Harpochytrium* auf S. 801/2 Gesagte!).

Über die bei anderen Algenreihen vorkommenden Parallelausbildungen siehe die Gattungsbeschreibungen S. 863 und S. 865.

Zwei sichere Gattungen:

Zellen halbkugelig mit breiter Basis aufsitzend . . . **Hemisphaerella *59.***
Zellen anders gestaltet, mit breiter, schmaler Basis, oder Stielchen aufsitzend . . . . . **Chlorothecium *60.***

59. Hemisphaerella (Fig. 35*g*, 717–719).

Name von ἡμι als praefix = halb; ἡ σφαῖρα = die Kugel.

Zellen einzeln lebend, halbkugelig oder kalottenförmig, soweit beobachtet auf Algenfäden festsitzend, wobei das Gehäuse in der Längsachse der Zelle gestreckt sein kann. Membran derb, vielleicht etwas gallertig; gelegentlich dadurch, daß sich die basale Eiseninkrustation auf die Wand fortsetzt, stellenweise

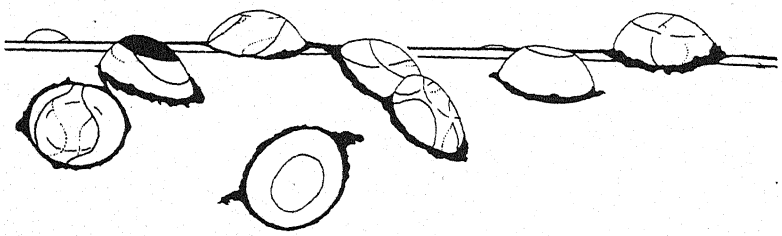


Fig. 717. *Hemisphaerella operculata:* Rand eines Zellfadens von *Spirogyra maxima*, besetzt mit verschiedenen Zellen.

[1]) Vergleiche S. 725.

braun gefärbt. Membran immer aus zwei Hälften bestehend; die obere Hälfte die Zelle deckelartig abschließend, meistens viel kleiner als die untere Hälfte. In vereinzelten Fällen die Membran des Deckels axial stark verdickt. Protoplast, wenn erwachsen, die Zelle vollständig ausfüllend, mit einem bis drei, meistens zwei oder drei, meist lebhaft gefärbten, seltener blassen Chromatophoren. Ohne Pyrenoid. Junge Protoplasten sehr häufig mit kontraktilen Vakuolen. Alte Protoplasten verkleinern sich und heben sich dann von der Wand deutlich ab. Vermehrung durch Bildung von zwei bis vier Schwärmern; diese, soweit beobachtet, mit einem Chromatophoren und Stigma. Sporenbildung (auch nicht Aplanosporen) nicht beobachtet.

Hemisphaerella steht *Chlorothecium* nahe und erscheint durch einige *Chlorothecium*-Arten, wie z. B. *Chl. inaequale*, mit dieser

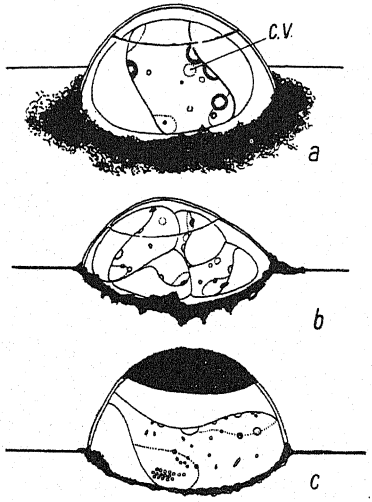


Fig. 718. *Hemisphaerella operculata: a* Zelle mit abgehobenem Protoplasten. *C, V*. Kontraktile Vakuolen. Die Fuge zwischen den beiden Membranteilen zart eiseninkrustiert *b* Schwärmerbildung; *c* ausgewachsene Zelle, bei der nicht nur die Basis, sondern auch der Deckel stark eiseninkrustiert ist.

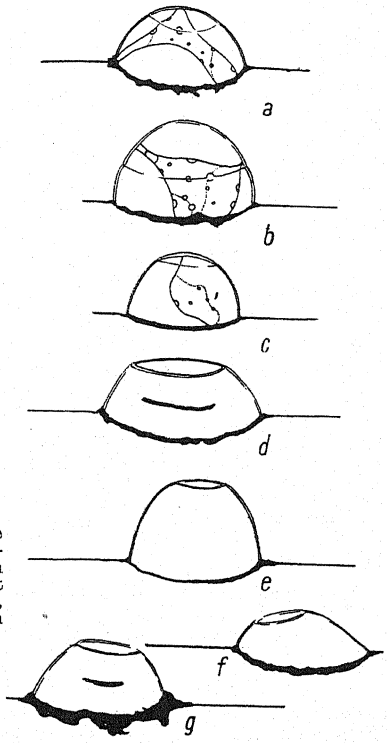


Fig. 719. *Hemisphaerella operculata: a, b, c* verschiedene Zellformen mit eingezeichneten Protoplasten; bei *c* Deckel leicht verdickt, bei *b* auffallend großer Deckel, an der Berührung der beiden Membranteile deutliche Fuge; *d, e, f, g* entleerte Zellen. Zellen zum Teil schief, beachte die verschiedene Größe der Öffnungen.

Gattung etwas verbunden. *Hemisphaerella* scheint aber doch eine mit *Chlorothecium* nicht näher verwandte Sonderentwicklung darzustellen.

Parallelausbildungen zu *Hemisphaerella*, und zwar in verblüffender Ähnlichkeit, finden sich bei den Grünalgen in Formen, die als Sonderentwicklungen zu den Tetrasporalen gestellt werden können: zunächst eine brotlaibförmige, noch unbeschriebene Gattung *Chloremys*, deren Membran aus einem Stücke besteht und aus der auch bei der Entleerung der Schwärmer kein scharf umschriebenes deckelförmiges Stück losgelöst wird. Der Chromatophor umzieht hier in der Form eines grünen Bandes die Schmalseite des brotlaibförmigen Protoplasten, der kleiner ist als das Gehäuse. Der Chromatophor besitzt ein Pyrenoid und Stärke. Der Organismus behält zeitlebens die kontraktilen Vakuolen.

Noch näher kommt in bezug auf äußere Form das von K. Meyer [Arch. Prot. **72** (1930)] beschriebene *Chlorophysema hemisphaericum*. Hier öffnet sich die halbkugelige bis kalottenförmige Hülle bei der Entleerung der Schwärmer durch einen wohl differenzierten Deckel. Es ist aber nicht bekannt, ob dieser Deckel schon vorgebildet ist. Der Protoplast behält aber zeitlebens den Charakter einer *Chlamydomonas*-Zelle, Stigma, kontraktile Vakuolen und zeitweise auch die beiden Geißeln bei. Es handelt sich hier ebenfalls um eine Tetrasporale.

Eine sichere Art[1]):

Hemisphaerella operculata (Fig. 717–719).

Mit den Merkmalen der Gattung. Schwärmer mit einem, sehr selten zwei Chromatophoren, deutlichem Stigma, eineinviertel bis eineinhalb Mal körperlanger Haupt- und einer Nebengeißel, welche kaum ein Viererl der Hauptgeißel mißt.

Zellen 15–22 μ lang, 8–15 μ hoch. Gelegentlich länger als breit und dann in der Längsrichtung des Substrates gestreckt.

Vorkommen: Auf großen Spirogyren, einmal auch auf *Cladophora*, deren Membran stark vergallert war. Gewöhnlich ist die Basis des Gehäuses stark mit Eisen inkrustiert, oft so sehr, daß die Krusten der einzelnen Gehäuse miteinander verbacken.

60. Chlorothecium Borzi (1885) em. Pascher (Fig. 720–732).

Name von χλωρός = grün und ἡ θήκη, der Behälter.

Borzi, A., Annal. dell. Ist. Bot. de Roma I, Jan. 2 (1885) 183; Studi algolog. **2** (1885) 141; Notarisia (1886) 18. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Anst. **23**, 3. Beiheft (1905, 1906) 105. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 71. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 456. — De Toni, Syll. Alg. **1** (1889) 587. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 327.

Syn.: *Characium* pro parte. Die Literaturzitate von *Characium* bzw. *Characiopsis* — alle älteren Autoren zugehörig — werden hier aus Raumersparnis nicht angeführt.

Zellen einzeln lebend, festsitzend, fast kugelig bis ellipsoidisch, eiförmig bis verkehrt eiförmig oder walzlich, gerade bis leicht gekrümmt mit nicht, leicht bis stark verschmälerter Basis aufsitzend, davon alle Übergänge zur Bildung eines kurzen, zarten bis derben oder längeren zarteren Stieles. Formen mit quergelagerten Zellen derzeit nicht sicher bekannt. Membran zart bis derb, meist von vorneherein aus zwei Teilen bestehend; oberer Teil oft deutlich kleiner und deckelförmig die Zelle abschließend, nur bei einzelnen Arten die beiden Membranhälften gleich. Bei zwei Arten die obere Membranhälfte größer als die untere (*Chl. inaequale*, *Chl. compactum*, Fig. 720, 727). Membran nicht selten leicht bräunlich, sehr häufig der Deckel allein eisengebräunt. Chromatophor einer bis viele, bei den bis jetzt bekannten Arten ohne Pyrenoid.

Vermehrung durch Schwärmer (Fig. 722), die zu zwei bis 32 gebildet werden. Gelegentlich, bei einigen Arten häufiger, bei anderen Arten seltener, wandeln sich die Teilprotoplasten nicht in Schwärmer, sondern in ziemlich bis sehr derbwandige, kugelige bis etwas flach-kugelige oder auch etwas ellipsoidische Sporen um, die auch eisengebräunt sein können und deren Membran aus zwei gleichen (doch auch etwas ungleichen) Teilen besteht (Fig. 720 *e*, *f*). Bei Sporen, deren Membran aus zwei gleichen Teilen besteht, sind die äquatorialen Ränder der beiden Membranhälften manchmal wulstig verdickt, im optischen Querschnitt erscheinen die Sporen zitronenförmig (Fig. 729 *d*). Bei der Entleerung treten die Sporen meistens, doch nicht immer, von der zarten, innersten Schicht der Mutterzellhaut, die sich sehr stark erweitert und blasenförmig wird, umgeben aus[1]).

---

[1]) Diese Art des Austrittes stellt nichts Besonderes dar. Im Prinzip werden immer alle Schwärmer oder Sporen einer Zelle auf diese Weise entleert. Die Entleerung erfolgt doch immer so, daß die inneren Schichten der Mutterzellhaut quellen und die innerste Schicht, die die Gesamtheit der Schwärmer oder Sporen blasenförmig umgibt, durch einen Riß oder durch eine deckelartige Differenzierung der Außenschicht der Zellhaut austreiben. Bei einigen Formen reißt die innerste Schicht sehr häufig noch während des Austritts oder noch innerhalb der Mutterzelle, bei anderen Formen wird eben (doch nicht immer) die innerste Schicht blasenförmig und unzerrissen aus der Mutterzelle ausgestoßen und zerreißt erst außerhalb der Mutterzelle.

Aus den Sporen gehen entweder ein oder nach der entsprechenden Teilung zwei Schwärmer hervor, die sich so wie die anderen Schwärmer festsetzen, behäuten und zu einer neuen *Chlorothecium*-Zelle werden. Aber auch hier können die Schwärmer vorübergehend kleine, nicht festsitzende, behäutete, zweischalige Zellen ausbilden, die wieder sehr bald ausschwärmen, um dann schließlich sich in festsitzende Zellen umzuwandeln.

Arten mit besonderem Längenwachstum der Zellen sind noch nicht bekannt. Doch ist bei den bekannten Arten die Art des Längenzuwachses der Zelle nicht untersucht.

Wie bereits auf S. 725 auseinandergesetzt, wird in dieser Bearbeitung *Chlorothecium* anders umrissen, als es bisher der Fall war: es hat sich herausgestellt, daß Borzi zur Kennzeichnung von *Chlorothecium* unter anderem ein Merkmal gewählt hat, das sich als nicht charakteristisch erwiesen hat. Nach Borzi soll sich *Chlorothecium* von *Characiopsis* durch die Fähigkeit der Aplanosporenbildung und die Art der Entleerung unterscheiden. Ich konnte nun bei vielen typischen *Characiopsis*-Arten ebenfalls die gleiche Aplanosporenbildung wie bei *Chlorothecium* beobachten. Die Bildung von Aplanosporen ist daher nicht charakteristisch für *Chlorothecium*. Die Entleerung bei *Characiopsis* kann aber, da ihre Membran nur aus einem Stück besteht, natürlich nicht durch Abstoßung eines Deckels erfolgen. Im Wesen sind es aber auch bei *Characiopsis* die mittleren aufquellenden Membranschichten, welche die Aplanosporen, von der innersten Membranschicht blasenförmig umhüllt, durch einen Riß der Membran austreiben. Bei *Characiopsis* wird beim Austreten die aus der innersten Membranschicht gebildete Blase hier oft frühzeitig zerrissen, bei *Chlorothecium*, bei dem bei der Öffnung der Zelle nur der Deckel abgehoben wird, bleibt sie manchmal länger erhalten. Die verschiedene Form der Entleerung hängt mit dem verschiedenen Membranbau, ob zweiteilig oder einteilig, zusammen. Demnach liegt in der Zweiteiligkeit oder Einteiligkeit der Membran der wesentliche Unterschied zwischen den Gattungen *Characiopsis* und *Chlorothecium*, und ich fasse hier als *Chlorothecium* alle festsitzenden Heterococcalen (abgesehen von *Hemisphaerella*) mit zweiteiliger Membran zusammen, die mit verschmälerter Basis oder einem Stielchen festsitzen. *Chlorothecium* ist demnach innerhalb der Heterococcalen die zweischalige Parallel-Ausbildung zu *Characiopsis*. Da sehr viele *Characiopsis*-Arten in ihrem Membranbau unbekannt sind, so werden sich gewiß festsitzende Hetero-

coccalen, die sich derzeit noch bei *Characiopsis* befinden, später durch den Besitz der zweiteiligen Membran als zu *Chlorothecium* gehörig erweisen.

Inwieweit die grünen Arten von *Harpochytrium* zweiteilige Membran besitzen, bedarf ebenfalls einer neuerlichen Untersuchung. Wie *Characiopsis* macht *Chlorothecium* einen recht heterogenen Eindruck.

Man kann *Chlorothecium* als eine festsitzende *Bumilleriopsis* auffassen oder die kleineren, mehr kugeligen Formen auf freilebende Formen wie *Diachros* zurückführen. Im allgemeinen scheinen sich *Botrydiopsis*, *Centritractus*, ein Teil von *Chlorothecium* und auch *Ophiocytium* näher zu stehen. Die festsitzenden Formen von *Ophiocytium* kann man direkt als eine mehrkernig gewordene koloniale Entwicklung von *Chlorothecium* mit besonderem Zellängenwachstum auffassen.

Die bis jetzt bekannten Arten der Gattung stehen morphologisch recht weit voneinander ab. Es werden sich gewiß neue Arten finden lassen:

I. Zellen annähernd kugelig bis zwiebelförmig (derzeit nur ungestielte Formen bekannt)
  1. Deckel größer als die untere Membranhälfte **Chlorothecium inaequale 1.**
  2. Zellen mit meist kleinem Deckel . . . **Chlorothecium cepa 2.**

II. Zellen eirund bis ellipsoidisch, eiförmig bis verkehrt eiförmig, spindelig bis walzlich
  1. Ohne Stiel oder mit einem kleinen Scheibchen aufsitzend
    A. Zellen bis zur Basis gleichmäßig walzlich, an der Basis nicht eingezogen . . . . . **Chlorothecium gladius 3.**
    B. Zellen mehr oder weniger spindelförmig, allmählich gegen die Basis verjüngt
      a) Vorderende leicht in das fast halbkugelige, abgesetzte Deckelchen zusammengezogen
        α) Zellen plump, Vorderende breit halbkugelig **Chlorothecium pyxidatum 4.**
        β) Zellen schlank, Vorderende klein halbkugelig **Chlorothecium capitatum 5.**
      b) Vorderende gleichmäßig in das stumpfe bis spitze Ende verschmälert . . . . . **Chlorothecium crassiapex 6.**
  2. Zellen mit deutlichem Stiel
    A. Zellen in den kurzen Stiel zusammengezogen, plump verkehrt eiförmig, so lang wie breit, mit sehr großem Deckel, oft taillenförmig eingezogen . . . . . **Chlorothecium contractum 7.**
    B. Zellen allmählich in den Stiel verschmälert, keulenförmig
      a) Stiel sehr derb und kurz. . . . . **Chlorothecium Pirottae 8.**
      b) Stiel sehr zart . . . . . **Chlorothecium clava 9.**

1. Chlorothecium inaequale (Fig. 99 *i*, 720).

Zellen breit ellipsoidisch kugelig, gegen die Basis ganz leicht zusammengezogen und breit aufsitzend, vorne breit abgerundet. Membran ziemlich derb ohne besondere Verdickungen, die obere Membranhälfte fast immer viel größer als die untere, nicht selten die obere Membranhälfte braun verfärbt. Zelle an der Fuge manchmal taillenförmig eingezogen. (Diese taillenförmig eingezogenen Zellen kommen dann dem *Chlorothecium compactum* [S. 873] nahe, dieses hat aber immer ein deutliches, relativ schmales Membranfüßchen.) Chromatophoren zwei bis mehrere, oft sehr ungleich groß, ohne Pyrenoid. Schwärmerbildung nicht beobachtet. Aplanosporenbildung gesehen. Aplanosporen kugelig bis ganz wenig ellipsoidisch mit derber, etwas rauher Membran und zwei ungleichen Membranhälften.

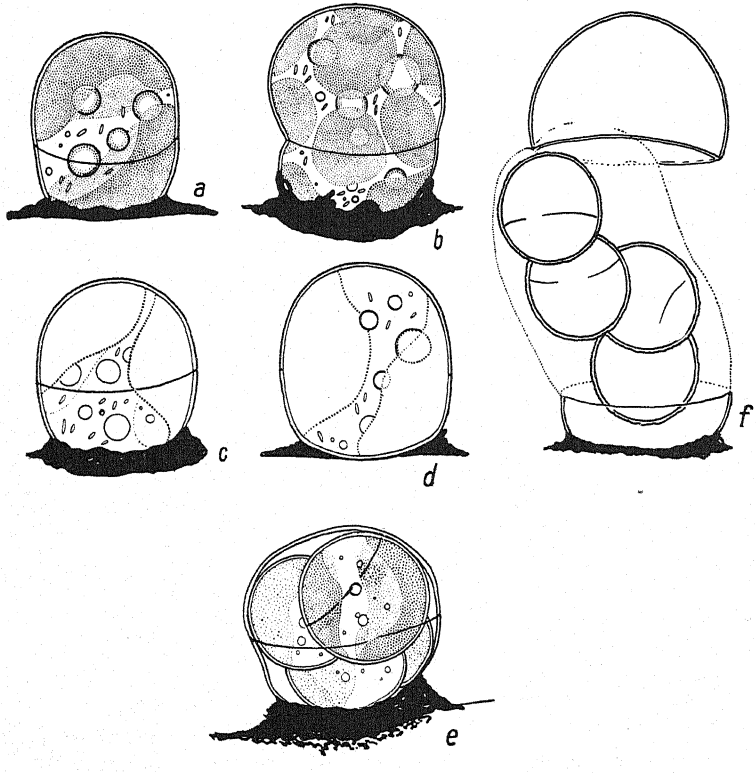


Fig. 720. *Chlorothecium inaequale:* *a*, *b*, *c*, *d* verschiedene Zellformen, beachte den großen oberen Membranteil und die gelegentliche Einschnürung in der Membranfuge bei *d*. Fuge nicht eingezeichnet; *e* Aplanosporenbildung; *f* Aplanosporenentleerung.

Zellen ungefähr 15 μ groß. Aplanosporen 8–10 μ messend.

Vorkommen: Aus sehr durchwärmten Altwässern längs der Traun bei Lambach (Oberdonau), auf recht verschiedenem Substrat, auch auf Fadenalgen *Rhizoclonium*.

2. Chlorothecium cepa (Fig. 721).

Zellen nur wenig höher als breit, ausgesprochen birn- bis zwiebelförmig und mit breit abgerundeter Basis, anscheinend direkt aufsitzend. In Wirklichkeit scheint ein kleines Gallertkissen oder eine basale Membranverdickung vorhanden zu sein. Oberes Ende bogig verschmälert, manchmal fast leicht eingezogen und breit abgerundet. Membran relativ derb, manchmal vielleicht sogar geschichtet, deutlich aus zwei Teilen bestehend, von denen der obere deckelförmig dem unteren Teile aufsitzt. Oberer Teil der Membran manchmal deutlich dicker

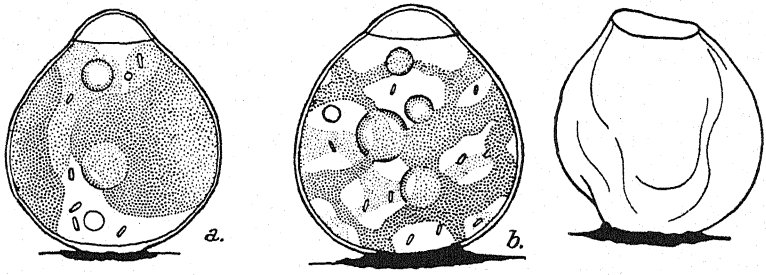


Fig. 721. *Chlorothecium cepa*. *a* Zelle mit zwei großen, muldenförmigen Chromatophoren; *b* maschiger Chromatophor; daneben entleerte Zelle mit abgestoßenem Deckel; stark aufgequollene Innenschichten der Zellhaut.

als der untere. Chromatophor nur einer, in seinem Aussehen sehr wechselnd und entweder in der Form einer oder zwei muldenförmigen Platten, welche den oberen und unteren Teil der Zelle freiläßt, oder aber mehr oder weniger, oft sehr zart, netzförmig aufgelöst und aus maschig verbundenen, innerhalb einer Zelle sehr verschieden breiten Bändern, deren Ränder meistens nicht scharf begrenzt sind, bestehend. Nicht selten leuchtend rote Öltropfen. Vermehrung nicht gesehen, wohl aber entleerte Zellen, an denen die verquollenen inneren Schichten sehr deutlich zu bemerken und deren Deckel abgestoßen war.

Zellen 18–25 μ hoch, 15–18 μ breit. Doch kamen vereinzelt auffallend größere Zellen vor.

Vorkommen: Ein einziges Mal auf einer *Vaucheria* in einem Straßengraben bei Oberplan im Böhmerwald.

Ich möchte nicht verschweigen, daß ich diesen Organismus nicht sofort als selbständig erkannte, sondern zunächst für eine ogoniale Bildung, zu *Vaucheria* gehörig, hielt.

3. Chlorothecium gladius nov. comb. (Fig. 722).

Syn.: *Characiopsis gladius* Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 59.
Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 39a, S. 59.

Zellen ausgesprochen zylindrisch säulenförmig, ohne jede basale Verschmälerung, immer mit breiter Basis aufsitzend, gelegentlich sogar an der Basis etwas verbreitert, vorne sehr kurz und bogig verschmälert, Vorderende manchmal schief.

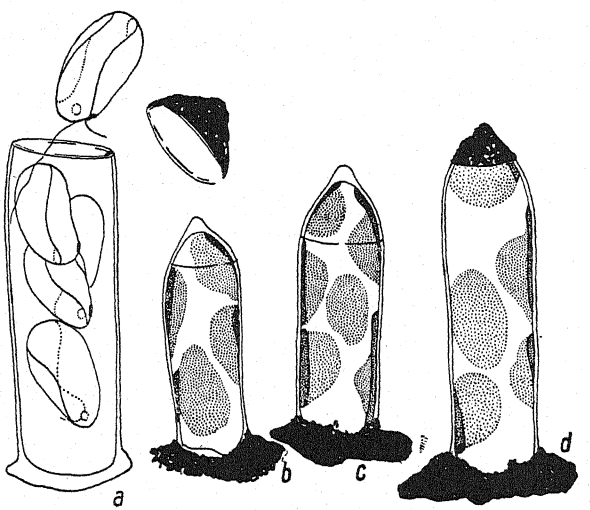


Fig. 722. *Chlorothecium gladius: a* Schwärmerbildung; *b, c, d* verschieden große Zellen, z. T. mit eisengebräunten Deckeln.

Membran gleichmäßig dick, nur an der stumpfen Spitze der Zelle deutlich verdickt, manchmal hier leicht warzig vorgezogen. Deckel sehr verschieden groß, manchmal bis zum zylindrischen Teile der Zelle reichend, manchmal aber viel kleiner. Chromatophoren vier bis zahlreich, Schwärmer mit ein oder zwei Chromatophoren, Stigma, etwas mehr als körperlanger Hauptgeißel und einer Nebengeißel, die kaum ein Sechstel der Hauptgeißel mißt.

Zellen 15–20 μ groß, 5–8 μ breit, Schwärmer ca. 10 μ lang.

Vorkommen: Wahrscheinlich oligothermer Frühjahrsorganismus. In kalten Wässern auf *Ulothrix* und anderen oligo-

thermen Fadenalgen, doch auch auf anorganischem Substrat. Bis jetzt zweimal gefunden: Straßengraben bei Mugrau im Böhmerwald, Wiesengräben bei Leysin in der Schweiz.

4. Chlorothecium pyxidatum (Fig. 723).

Zellen eiförmig bis spindelförmig, manchmal etwas schief, zweieinhalbmal bis dreimal so lang wie dick, gegen den Grund meist etwas rascher verschmälert als gegen die Spitze, nicht selten mit fast spitzer Basis auf einem oft sehr deutlichen Scheibchen sitzend; nach vorne in den auffallend großen, kopfigen bis halbellipsoidischen Deckel, der deutlich vom anderen Teil der

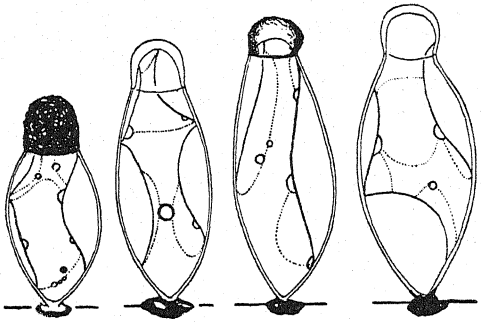


Fig. 723. *Chlorothecium pyxidatum.*

Zelle abgesetzt ist, verschmälert. Deckel oft halb so breit wie die Zelle und bis ein Viertel so lang wie die Zelle. Membran im allgemeinen ziemlich zart, im Deckel aber immer deutlich, oft sogar sehr verdickt. Chromatophoren meist zwei bis drei, seltener mehr, oft recht ungleich, manchmal recht blaß. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen 19–28 μ lang, bis 14 μ breit.

Vorkommen: Einmal in großer Menge auf treibenden, großenteils abgestorbenen *Mougeotia*-Watten aus dem Hirschberger Großteich (Sudetengau), Sommerorganismus.

Steht dem *Chlorothecium capitatum* sehr nahe, ist aber in der Form deutlich von ihm zu unterscheiden, siehe dieses.

5. Chlorothecium capitatum (Fig. 724).

Zellen spindelförmig bis gestreckt eiförmig, selten angedeutet verkehrt eiförmig, gegen den Grund sehr verschmälert und auf einem oft recht großen Scheibchen sitzend; meist viermal so lang wie breit, nach vorne manchmal fast geradlinig

verschmälert und schließlich in ein manchmal fast halbkugeliges, oft etwas schiefes Köpfchen zusammengezogen, den Deckel. Köpfchen klein, höchstens ein Viertel der Zelldicke breit. Membran meist zart, doch im Deckel deutlich verdickt und geschichtet. Chromatophoren 5–12, oft recht ungleich. Vermehrung nicht gesehen.

Zellen bis 25–40 μ lang und bis 8 μ breit.

Vorkommen: Aus Wiesengräben bei Eutin (Holstein), auf *Tribonema*, *Microspora* und einem derben, fast schleimlosen *Zygnema* (1921).

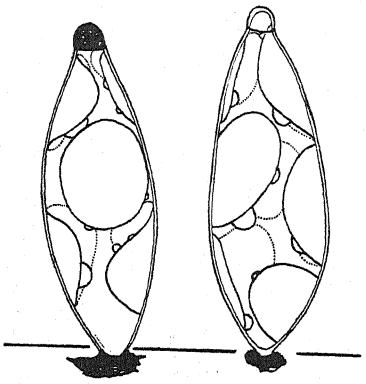


Fig. 724. *Chlorothecium capitatum.*

Ist dem vorstehenden *Chlorothecium pyxidatum* nahe verwandt, doch immer deutlich zu unterscheiden durch die gestrecktere, mehr eiförmige Form, den schmäleren und kürzeren Deckel, die größeren Maße und die große Zahl der Chromatophoren. Vielleicht bestehen zwischen den beiden Arten auch gesetzmäßige, chromosomale Unterschiede. Einander sehr nahestehende Formen mit bestimmten Zellgrößenunterschieden sind unter den Heterokonten nicht selten.

6. Chlorothecium crassiapex nov. comb. (Fig. 99 *k*, 725, 726).

Syn.: *Characiopsis crassiapex* Printz, Videnskabselskab. Skrift., I. Kl. 1913, Nr. 6 (1914) 44. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1927) 60.

Abb.: Printz, a. a. O. (1914) Taf. 3, Fig. 76–80; Kgl. Norske Vidensk. Selskab. Skrift. 1915, Nr. 4 (1916) Taf. 1, Fig. 60–64. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 40.

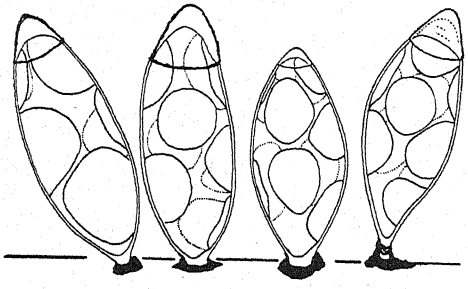


Fig. 725. *Chlorothecium crassiapex.*

Zellen im Prinzip spindelförmig bis gestreckt eiförmig oder verkehrt gestreckt eiförmig, manchmal recht unregelmäßig, gerade oder manchmal schief, nach vorne verschmälert, spitzlich bis stumpf, basal nicht verschmälert bis deutlich verschmälert

und mit einem kleinen Füßchen, das zu einem kleinen Scheibchen verbreitert ist, versehen. Der vordere Teil der Membran als Deckel entwickelt, der recht verschieden groß sein kann und meist deutlich verdickt, doch ohne warzenartige Vorziehung ist und oft rotbraune Färbung zeigt. Chromatophoren zahlreich, 4–16, oft recht verschieden groß, manchmal recht blaß. Vermehrung in der Form von Schwärmern mit Augenfleck und sehr kleiner Nebengeißel beobachtet. Wahrscheinlich auch Sporen vorhanden.

Zellen 13–25 μ lang und bis 9 μ breit.

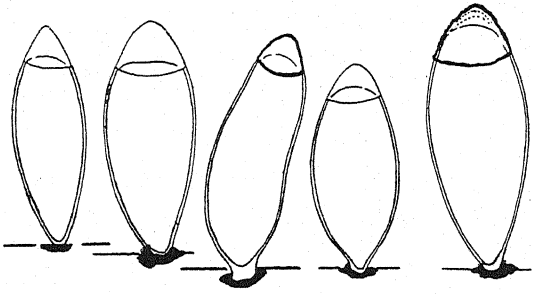


Fig. 726. *Chlorothecium crassiapex*, verschiedene Zellformen.

Vorkommen: Wiederholt gesehen: aus Norwegen, aus Sibirien, auch aus Mitteleuropa. Vielleicht wärmeliebende Art.

Characiopsis crassiapex tritt anscheinend in zwei verschieden großen Formen auf.

7. Chlorothecium contractum (Fig. 727).

Zellen kugelig bis kugelig walzlich, gerade oder schief, meist an der Fuge der beiden nicht immer gleichgroßen Membranhälften taillenförmig eingezogen, mit breiter, fast abgeflachter Basis und mit sehr kurzem, derbem, abgestumpftem Stiele dem Substrat aufsitzend. Membran zart bis sehr derb und dann speziell im oberen Teile leicht geschichtet. Chromatophoren zwei bis mehrere, im ersten Falle sehr groß, wandständig und muldenförmig, im letzteren Falle scheibchenförmig bis polygonal. Gelegentlich treten große Eiweißkristalle auf. Vermehrung durch Bildung von 2–4 Schwärmern, die, soweit ich gesehen habe, keine Nebengeißel, einen oder mehrere Chromatophoren und ein deutliches Stigma haben. Bildung von zwei bzw. vier Aplanosporen beobachtet.

Zellen 10–25 μ hoch.

Vorkommen: In größeren Mengen auf *Utricularia*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium* beobachtet. Altwässer der Olsch bei Mugrau im südlichen Böhmerwald (1918).

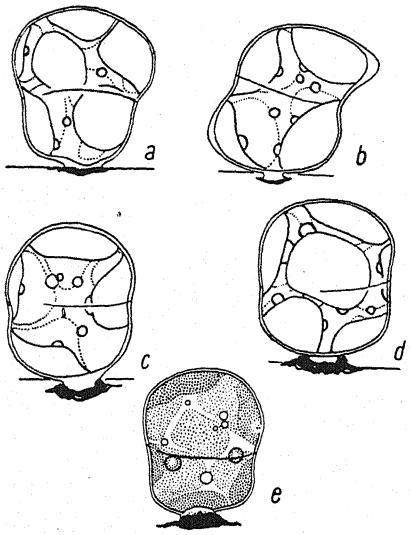


Fig. 727. *Chlorothecium compactum: a, b, c, d* verschiedene, z. T. schiefe Zellen. Einige Zellen mit Einschnürung an der Fuge.

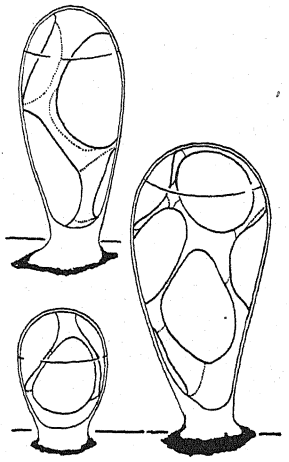


Fig. 728. *Chlorothecium Pirottae:* Verschieden alte Zellen.

8. Chlorothecium Pirottae Borzi (1885) (Fig. 728–731).

Borzi, Studi Algologici II. F. (1885) 139 (cfr. Borzi in Martel Contrib. alla conosc. dell'Alg. Rom.; Ann. dell'Ist. Bot. di Roma **1**, Jan. 2 [1885] 183, fide Borzi). — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Anst. 3. Beiheft, **23** (1905, 1906) 105. — Printz, Videnskabs. Skrift. Math.-nat. Kl. 1913 (1914) Nr. 6, S. 45. — Pascher, S. W. Fl. **11** (1925) 71; Malpighia **2** (1888) 250–259 (fide De Toni). — De Toni, Syll. Alg. **1** (2) (1889) 588. — Printz, Nat. Pflanzenfam. **5** (2. Aufl.) (1927) 398.

Abb.: Borzi, a. a. O. I, **2** (1885) Taf. 15. — Heering, a. a. O. (1905/6) 13a, b. — Printz, a. a. O. (1913/14) Taf. 4, Fig. 80–90. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 54 (Kopie nach Borzi u. Printz). — Printz, a. a. O. (1927) Fig. 303A–C (Kopie nach Borzi). — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) Fig. 160G–J, S. 487.

Zellen keulenförmig bzw. verkehrt eiförmig bis verkehrt eiförmig-ellipsoidisch, nach unten wenig und gleichmäßig in den sehr derben, kurzen Membranstiel übergehend, seltener die Zellen hier rascher zusammengezogen; vorne breit, fast halbkugelig abgerundet. Membran zart bis derb, gleichmäßig, Deckel

relativ klein und meistens nicht bis zum breitesten Teil der Zelle reichend. Chromatophoren 2, 4 bis mehrere (15–20), manchmal sehr ungleich groß. Vermehrung durch Schwärmer wie durch Aplanosporen. Aplanosporen bis 16 gebildet, derbwandig, kugelig,

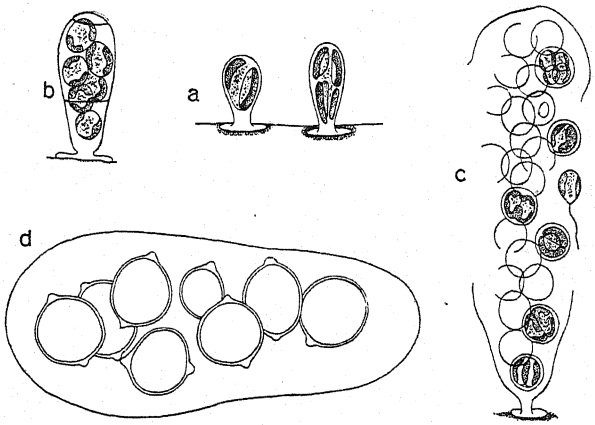
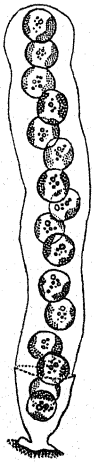


Fig. 729. *Chlorothecium Pirottae:* *a* junge Zellen; *b* Aplanosporenbildung, die Innenschichten haben bereits den Deckel der Zelle emporgehoben, vgl. auch Fig. 731 *b*, *c*; *c* geöffnete Zelle mit vielen Aplanosporen, die z. T. entleert sind, z. T. ihre Schwärmer entlassen; *d* Aplanosporen mit verdickten Membranhälftenrändern (*a*–*c* nach Borzi, *d* nach Printz).

Membranhälften gleich bis nicht ganz gleich und an den Rändern nicht wulstig verdickt oder deutlich verdickt. Schwärmer mit einem, seltener zwei Chromatophoren, Hauptgeißel bis anderthalbmal körperlang, Nebengeißel relativ kurz, kaum ein Sechstel der Hauptgeißel messend. Schwärmer gelegentlich völlig amöboid werdend. Manchmal treten aus den Zellen die Schwärmer bereits amöboid aus.



Zellen im ausgewachsenen Zustand 15–30 μ lang, sich während der Schwärmer- bzw. Sporenbildung wie alle anderen *Chlorothecium*-Arten vergrößernd.

Vorkommen: Wiederholt beobachtet auf Sizilien, Norwegen (an *Typha*, Printz); aus Böhmen: hier an sehr verschiedenem, auch anorganischem Substrat, also nicht spezialisiert. Aus der Steiermark: Gräben am Ammeringkogel; Dalmatien.

Fig. 730. *Chlorothecium Pirottae:* Zelle die Aplanosporen entleerend. Aplanosporen noch in den vorgequollenen Innenschichten der Zellmembran eingeschlossen, der Deckel der Zelle wahrscheinlich bereits abgestoßen (nach Borzi).

Auf diese Art hat Borzi, allerdings unter Betonung der Aplanosporenbildung und ihrer Entleerung, die Gattung *Chlorothecium* gegründet.

Die vorhandenen Angaben über *Chlorothecium Pirottae* stimmen nicht ganz überein. Vor allem weichen die Angaben und Figuren von Printz über das norwegische und sibirische Material von den Borzischen Angaben ab. Printz bildet Aplanosporen ab, bei denen die Ränder der beiden gleichen Membranhälften wulstförmig vorgezogen sind (Fig. 729*c*), so daß die Zellen zitronenförmig aussehen. Die von mir in Dalmatien gesehenen Formen entsprachen völlig den Borzischen Angaben: Membranhälften der

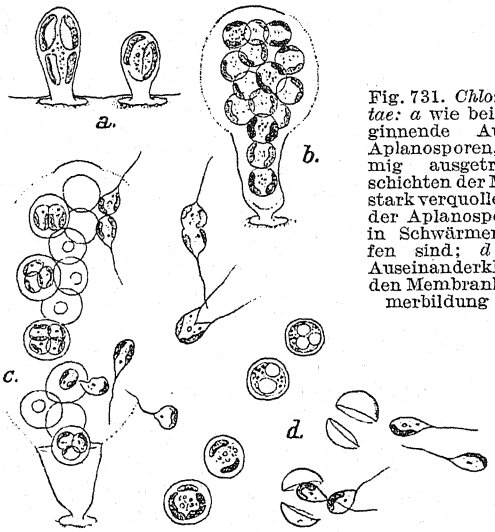


Fig. 731. *Chlorothecium Pirottae: a* wie bei Fig. 729; *b* beginnende Ausstoßung der Aplanosporen, die blasenförmig ausgetretenen Innenschichten der Membran bereits stark verquollen; *c* Ausstoßung der Aplanosporen, die bereits in Schwärmerbildung begriffen sind; *d* Aplanosporen, Auseinanderklappen ihrer beiden Membranhälften. Schwärmerbildung (nach Borzi).

Aplanosporen etwas ungleich und ohne Membranwülste. Unverständlich sind in den Borzischen Angaben die Figuren von entleerten Sporen, die eine kleine kreisförmige Öffnung aufweisen. Sie lassen sich vielleicht nur so deuten, daß die Membranhälften der Aplanosporen sehr ungleich waren. Gegen diese Ungleichheit der Membranhälften spricht aber die Fig. 731 *d*. Wahrscheinlich sind aber unter *Chlorothecium Pirottae* mehrere Arten vereinigt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Borzische Form, die ich in Dalmatien wieder fand, nur auf südliche Gegenden beschränkt ist.

Die Angaben und Bilder Borzis über Kopulation von Schwärmern (Tafel 11, Fig. 9) gehen auf eine Mißdeutung von Stadien

zurück, bei denen die Protoplasten der Schwärmer nicht völlig voneinander getrennt waren (siehe S. 14 und Fig. 131 *c*).

9. Chlorothecium clava (Fig. 732).

Zellen plump keulenförmig bis zylindrisch keulenförmig, nach oben meistens deutlich verbreitert, dabei gerade oder leicht gekrümmt bis schief, oft auf der einen Längsseite deutlich gefördert. Oben breit abgerundet, nach unten verschmälert und leicht in den meist zarten, immer deutlichen, oft sogar langen Stiel übergehend oder in diesen Stiel rascher, manchmal einseitig zusammengezogen. Stiel annähernd so lang wie der Querdurchmesser der Zelle. Membran zart, Deckel meist ziemlich breit, doch nicht sehr groß, manchmal braun. Chromatophoren

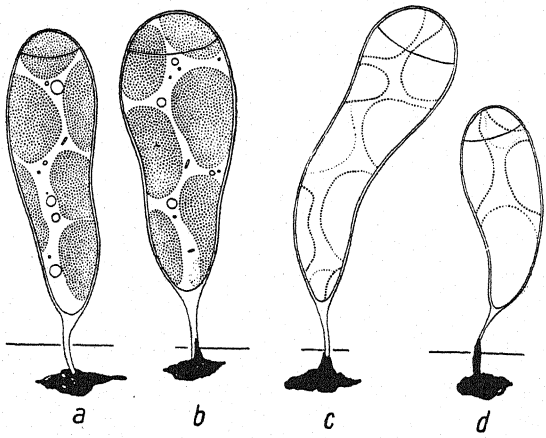


Fig. 732. *Chlorothecium clava* (Deckellinie zu deutlich gezeichnet).

4–15, wandständig, oft dicht aneinander liegend und dann polygonal. Vermehrung durch Schwärmer beobachtet, Schwärmer mit einem bis mehreren Chromatophoren, in ihrer Größe sehr wechselnd, mit Stigma und einer Nebengeißel, die ungefähr ein Viertel der Hauptgeißel mißt. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen 15–25 μ, in seltenen Fällen auch bis 35 μ lang.

Vorkommen: Wiederholt, doch nur in heißen Sommern gesehen, vor allem in eutrophen Teichen und hier gerne auf *Rhizoclonium* und derbwandigen Oedogonien, wie sie manchmal speziell im Sommer gelbgrüne, leicht ausgebleichte Watten bilden.

Dieses *Chlorothecium clava* sieht der *Characiopsis tuba* (s. S. 744 Fig. 601/2) manchmal recht ähnlich, und ich habe diese Formen auch längere Zeit zusammengeworfen.

Sciadieae.

Syn.: *Sciadiaceae* PASCHER, Hedwigia **53** (1911) 17, 22; S. W. Fl. **11** (1925) 72. — *Ophiocytiaceae* SMITH, G. M., Wisc. Geol. et Nat. Hist. Survey Bull. **57**, Ser. 12.1 (1910) 85. — Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 136. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Alg. (1927) 308. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 299, excl. *Bumilleriopsis*. — *Pseudocoenobieae* KIRCHNER, Algenflora Schles. (1887), 584 z. T. — *Eremobieae* KIRCHNER, Algenflor. Schles. (1887) 588 z. T.

Einzeln oder in Kolonien lebende, im Prinzip walzliche, oft mannigfach gekrümmte Zellen mit meist sehr starkem Längenwachstum, an dem sich nur der eine Teil der zweiteiligen Membran beteiligt, während der andere deckelartig klein bleibt. Zellen bald vielkernig. Zellen frei oder mit einem Stielchen zeitweise oder dauernd verfestigt. Vermehrung durch Schwärmer und Aplanosporen, wie auch durch Dauercysten. Kolonien dadurch gebildet, daß sich, häufiger bei den festsitzenden als bei den freilebenden Formen, die Tochterzellen am oberen Rande der entleerten Mutterzelle zu zweien bis zehn u. m. quirlig verfestigt haben. Auch freie Kolonien entweder vom Bau der festsitzenden oder dadurch entstanden, daß die Zellen sich untereinander und radiär ausstrahlend verfestigen.

Beziehungen zu den *Centritractaceae* und *Chlorothecieae*. (Siehe Schema der Beziehungen der Heterococcalengattungen S. 318.)

Eine einzige Gattung:

61. **Ophiocytium** NAEGELI sensu ampliore (Fig. 733–767).

ἡ ὄφις = die Schlange; *το κύτος* = der Behälter, das Gefäß.

NAEGELI, Gatt. einz. Algen (1849) 87. — BORZI, Stud. Alg. **2** (1895) 165. — LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 20. — HEERING, Mitt. Hamb. Wiss. Staatsinst. **23**, Beih. 3 (1906) 109. — COLLINS, Green Alg. of North Amer. (1909) 93. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 72. — WEST, Treat. Brit. Freshw. Alg. 1. Aufl. (1904) 255. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Alg. 2. Aufl. (1927) 308. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. (1935) 488. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 402. — SMITH, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 156; Wisc. Geol. Nat. Hist. Surv. Bull. **57**, Ser. 12 (1910) 185. — BLACKMAN et TANSLEY, New Phytol. **1** (1906) 56.

Zellen einzeln lebend oder in verschiedener Weise Kolonien bildend, frei oder mit einem Stielchen festsitzend, oft durch Abbrechen des Stielchens sekundär frei werdend, zylindrisch, walzlich und sehr häufig mit sehr bedeutendem Längenwachstum, so daß die Zellen bis 3 mm lang werden können; gerade, leicht gekrümmt bis raumschraubig. Membran zart bis derb, an den

Enden unbestachelt oder an einem Ende mit einem kürzeren oder längeren, manchmal mit einem Köpfchen versehenen Stachel oder an beiden Enden mit kurzen bis sehr langen, derben bis sehr zarten, gleichen bis ungleichen Membranstacheln bzw. Membranborsten versehen. Membran aus zwei Teilen bestehend. Am Längenwachstum nur der eine Teil beteiligt (Bildung von handschuhfingerförmigen Zuwachsstücken, vergleiche S. 127 Fig. 100, 101, S. 131 Fig. 106), so daß der Teil ohne Längenwachstum die Zelle deckelförmig abschließt (Fig. 101, 106).

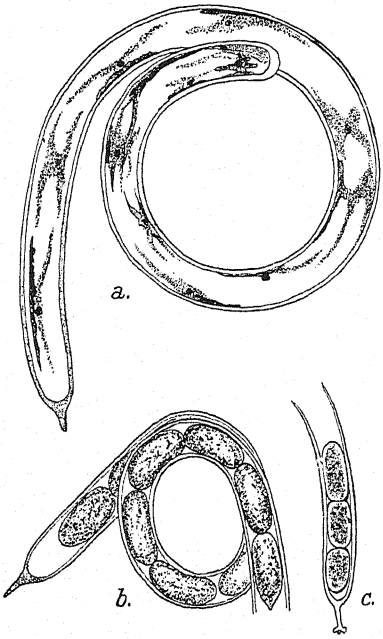


Fig. 733. a) *Ophiocytium variabile* (eine fragliche Art): Chromatophoren eigenartig gelappt, die schwarzen Punkte stellen Kerne dar; b) *O. cochleare:* Der Inhalt der Zelle in derbwandige, längliche Aplanosporen aufgeteilt; c) das gleiche, bei einem festsitzenden Individuum (nach BOHLIN).

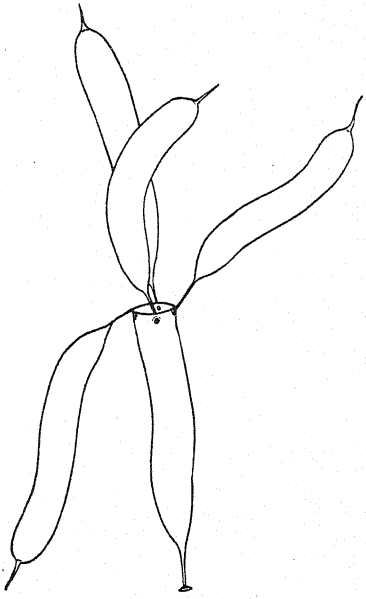


Fig. 734. *Ophiocytium mucronatum:* Festsitzende, einfache Kolonien bildende Art.

Durch die Art dieses Längenwachstums Zellmembran oft derb und manchmal deutlich geschichtet. Gelegentlich Eisenauf- oder -einlagerungen in den Membranen vorhanden, die manchmal nur an den Enden, manchmal aber auch ringförmig entwickelt sind (Fig. 115 S. 145). Chromatophoren in jungen Zellen 1—2, später mehrere bis viele, scheibchenförmig, oft unregelmäßig sternförmig und gelappt, auch riemen- und ringförmig (Fig. 746) bis fast schraubig bandförmig, gelegentlich der ganze Chromatophoren-

apparat in Form eines breiten Maschenwerkes entwickelt (Fig. 87). Gewöhnlich bei den einzeln lebenden Formen und oft in der Form breiter, voneinander abstehender gürtelartiger Bänder, die nicht völlig geschlossen sind und oft sehr regelmäßig übereinander stehen. Vielleicht bei einer noch nicht beschriebenen, von mir einmal gesehenen Art Pyrenoide. Öl und Fett. Rote Exkret-

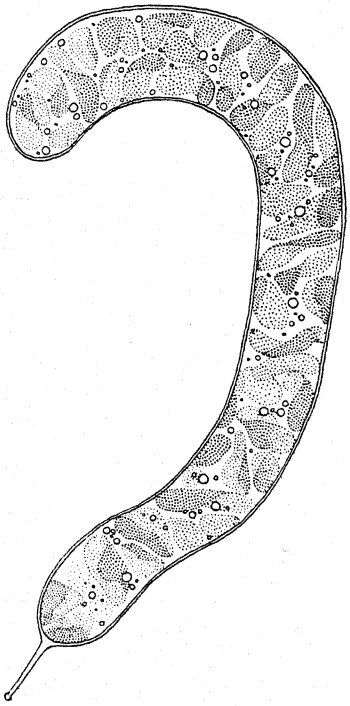


Fig. 735. *Ophiocytium maius:* Protoplast vor der Aufteilung in die Schwärmer. Chromatophoren vermehrt, verlängert und binnenständig.

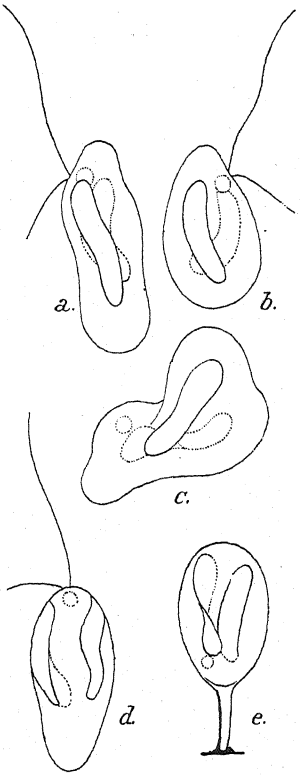


Fig. 736. *Ophiocytium gracilipes:* *a*), *b*) Schwärmer; *d*) Schwärmer in rascher Bewegung, seine Chromatophoren mehr nach vorne gelagert; *c*) amöboider Schwärmer; *e*) Keimling, vor der Kern- und Protoplastenvermehrung, noch mit kontraktiler Vakuole.

öltropfen bis jetzt in den vegetativen Zellen nicht beobachtet, doch Kalkoxalatkriställchen. Zellen zuerst einkernig, später mehr- bis vielkernig. Gelegentlich große Ballen eines stark glänzenden Fettes (vielleicht degenerative Zustände).

Vermehrung durch Bildung von zwei bis sehr vielen Schwärmern, vor deren Bildung (siehe Fig. 735) die Chromatophoren aufgeteilt, scheibchenförmig und binnenständig werden und sich

verlängern. Schwärmer (Fig. 736) mit zwei sehr ungleichen Geißeln schließlich deutlich amöboid mit oder ohne Augenfleck. Nicht immer wird der ganze Protoplast der Zelle in Schwärmer aufgeteilt. Typische Durchwachsungserscheinungen wie bei *Dioxys*, aber bis jetzt nicht beobachtet. Beim Austritt der Schwärmer treten, nachdem der deckelförmige Membranteil der Zelle abgestoßen wurde, die Schwärmer, mit dem Hinterende voraus, aus.

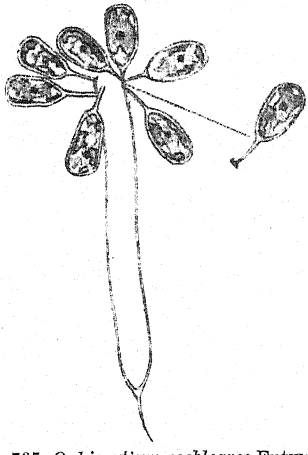


Fig. 737. *Ophiocytium cochleare:* Entweder Jugendstadium einer Kolonie oder Hemmungsbildung und beginnende Encystierung der am oberen Rande der Mutterzelle festsitzenden Tochterzellen (nach BOHLIN).

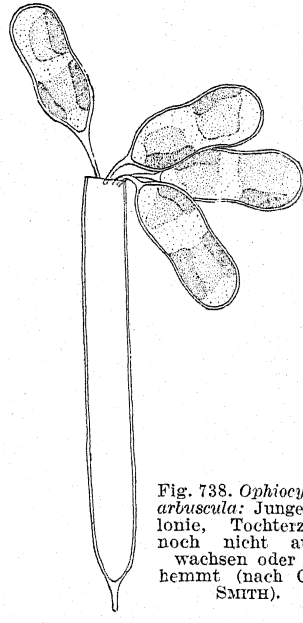


Fig. 738. *Ophiocytium arbuscula:* Junge Kolonie, Tochterzellen noch nicht ausgewachsen oder gehemmt (nach G. M. SMITH).

Schwärmer oft nach kurzer Zeit amöboid werdend, manchmal bereits amöboid austretend, sich behäutend, häufig ein Stielchen bildend und oft einzeln lebende Zellen liefernd. Oder aber sie setzen sich an der Mündung der Mutterzelle fest (Fig. 734, 759 u. f.), bilden gestielte, behäutete Tochterzellen, die doldenartig zu 2—8 oder noch mehr, meist am oberen Ende der Mutterzelle stehen. (Siehe Fig. 734, 737/38.) Dabei sind die Tochterzellen meist knapp unter dem Rande auf der Außenseite der leeren Mutterzellhaut verfestigt oder aber auf der Innenseite. (Nicht immer wachsen diese Tochterzellen zur vollen Größe aus; sie bleiben dann klein, fast cystenartig mit allen Übergängen zu normalen vegetativen Zellen [Fig. 737/38].) Der Vorgang kann sich bei den festsitzenden wiederholen und es entstehen eigenartige, wirtelige und stockwerkartig gegliederte Kolonien (siehe Fig. 759*b*, *c*).

Dabei nehmen die Zellen der aufeinander folgenden Generationen an Länge ab. Bei freilebenden Formen spielt sich der gleiche Vorgang, nur weniger häufig, ab. Die Tochterzellen bilden dann entweder unregelmäßige Knäuel (Fig. 745) ohne Zusammenhang mit der Mutterzelle, oder die leere Mutterzelle haftet noch an ihnen. Sind die Tochterzellen mit ihren Stielen untereinander verfestigt, so kommt es zu eigenartigen radiären Verbänden (Fig. 751*a*, 758). Zu mehrwirteligen Verbänden kommt es bei den freilebenden Formen meist nicht.

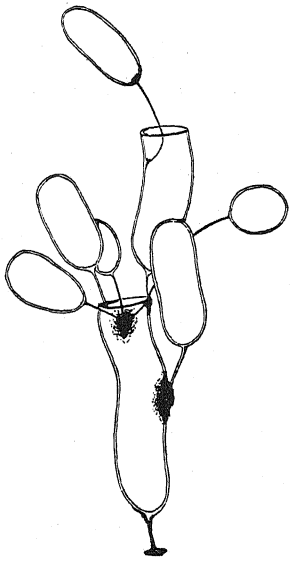


Fig. 739. *Ophiocytium arbuscula:* Abweichende Koloniebildung; Tochterzellen in verschiedener Höhe, zum Teil an den Außen-, zum Teil an den Innenseiten der Mutterzellen mit sehr verschieden langen Stielen verfestigt. Die meisten der Tochterzellen haben ihr Längenwachstum frühzeitig eingestellt.

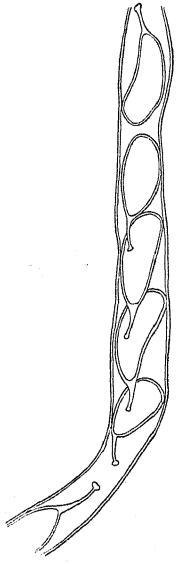


Fig. 740. *Ophiocytium maius:* Der Protoplast wurde zu mehreren, hintereinander liegenden, gestielten Dauerstadien aufgeteilt (nach PRINTZ).

Aus den Teilprotoplasten können innerhalb einer Zelle auch derb behäutete, reihenförmig hintereinander stehende, akinetenartige Sporen entstehen, deren Membran wahrscheinlich von vornherein zweiteilig ist (Fig. 733*b*, *c*). Schwärmerbildung erfolgt in ihnen sehr selten, meist behäutet sich der sich streckende Inhalt noch innerhalb dieser Cysten neu, reißt die Membranhälften auseinander, die am Keimling an einem oder beiden Enden noch eine Zeitlang haften bleiben. Löst sich die Cystenmembran erst spät vom Keimling, so wird das betreffende Zellende des Keimlings eigenartig gestutzt (Fig. 743*c*).

Daneben wurden von PRINTZ auch eigenartige Dauerstadien festgestellt, die ebenfalls reihenförmig innerhalb der Mutterzelle liegen, mehr oder weniger nierenförmige Gestalt haben und gewöhnlich auch Stielchen besitzen (siehe Fig. 740). Möglicherweise handelt es sich hier um Keimungsstadien von Schwärmern, die noch innerhalb der Zelle gebildet, in ihrer Weiterentwicklung aber gehemmt wurden. Gelegentlich kann sich innerhalb der Zelle der ganze Protoplast neu behäuten und entweder als vegetative, in die Länge wachsende Zelle austreten oder zu einer großen, wahrscheinlich oft vielkernigen Cyste werden, die ebenfalls austritt (Fig. 741). Auch hier ist die Weiterentwicklung nicht beobachtet.

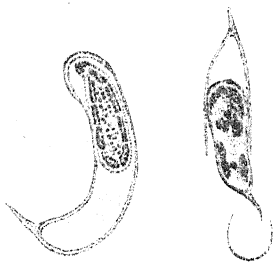


Fig. 741. *Ophiocytium maius* (?): Der ganze Inhalt einer Zelle hat sich neuerlich behäutet und tritt unter Abstoßung des Deckels der Mutterzelle aus (Verjüngung). Wahrscheinlich aber Beginn der Encystierung des gesamten Plasmainhaltes (nach BOHLIN).

Bei *Ophiocytium* sind noch einige Dinge genau zu überprüfen, vor allem Chromatophorenbau, Protoplast und ferner die eigenartige Koloniebildung. Wir wissen auch sehr wenig über die Beziehung der freilebenden Formen zu den festsitzenden. Jedenfalls werden festsitzende Formen sehr leicht durch Abbrechen der Stiele frei. Es besteht insofern eine gewisse Gesetzmäßigkeit, als bei den freilebenden Formen die doldenförmigen Kolonien wenig häufig, bei einigen Arten aber die radiär ausstrahlenden Kolonien (ohne Beteiligung der Mutterzellhaut gebildet) häufiger sind. Dagegen neigen die festsitzenden Formen mehr zur Bildung der doldenförmigen, stockwerkartig gegliederten Kolonien, wobei insofern ein gewisser Unterschied besteht, daß manche Arten mehr als zwei Generationen kolonial vereinigen können (*O. arbuscula*), andere aber nur zwei (*O. Ilkae* und *O. mucronatum*). Bei Kolonien mit mehreren Stockwerken nehmen die Zellen der aufeinanderfolgenden Generationen ganz gesetzmäßig ab. Vergleiche die unter dem Strich angegebenen Messungen von HUZEL[1]) und mir und vergleiche Schema (Fig. 39, S. 48).

---

[1]) HUZEL: Unterste Zelle 33 μ; 2. Generat. 46 μ; 3. Generat. 33 μ.
50 μ; 36 μ; 18 μ.
PASCHER: 42 μ; 40 μ; 26 μ.
38 μ; 36 μ; 22 μ.
34 μ; 27 μ; 20 μ.

In dieser Bearbeitung umfaßt *Ophiocytium* sowohl *Ophiocytium* im engeren Sinne als auch die ehemalige Gattung *Sciadium*. Eine Trennung dieser beiden Gattungen ist nicht möglich, weil der stockwerkartige und doldige Koloniebau auch gelegentlich bei freilebenden Formen auftritt und festsitzende Formen sekundär frei werden können.

Über die Verwandtschaft von *Ophiocytium* mit *Centritractus* vergleiche S. 851. Bei *Centritractus* zeigen beide Membranhälften bereits deutlich ungleiches Längenwachstum. Das Extrem dieses ungleichen Längenwachstums ist aber bei *Ophiocytium* erreicht, wo der eine Membranteil nicht mehr in die Länge wächst. Stachellose Formen können unter Umständen an *Bumilleriopsis* erinnern, während einzellige, festsitzende, noch nicht Kolonien bildende Individuen leicht für *Chlorothecium*-zellen oder noch einzellige Keimlinge von *Tribonema* gehalten werden können. Über die Beziehung von *Ophiocytium* zu den anderen Gattungen vergleiche die Übersicht der Heterococcalen auf Seite 318. Unter den Chlorophyceen gibt es in bezug auf die Form der Zelle keine ausgesprochene Parallelbildung. Nur „*Polyedrium*" *bengalicum* kann mit *Ophiocytium capitatum* verwechselt werden. Dagegen zeigen die Gattungen *Actinastrum* und *Actidesmium* die gleiche Art der Koloniebildung: Verfestigung der Tochterzellen am oberen Ende der entleerten Mutterzelle.

Ophiocytium ist sehr verbreitet und gehört besonders in den freilebenden Arten zu den gemeinsten Algen, die wir haben. Auffallend ist die große ökologische Spannweite. Viele lieben Gewässer, die reicher an Eisenverbindungen sind, ja manche Formen sind charakteristische Bewohner jener Gewässer, die durch ihren hohen Eisenreichtum die Existenz der meisten anderen Algen ausschließen. Sie bilden dann mit anderen siderophilen Algen (*Closterium acerosum*, *Tetmemorus*-Arten und einigen Tetrasporalen) die charakteristischen Glieder der Algengesellschaft dieser Gewässer. Bemerkt sei ferner, daß einige Arten der Gattung *Ophiocytium* (*O. parvulum*, *cochleare* usw.) imstande sind, auch in der stärksten Fäulniszone der Gewässer zu leben. Sie gehören zur charakteristischen, wenigggliedrigen Algenassoziation des Sapropels.

Die Artsystematik der Gattung ist ganz äußerlich und völlig unbefriedigend. Besonders bei den freilebenden Arten wissen wir gar nichts über die Variation der einzelnen Formen, die manchmal nur nach wenigen Funden beschrieben wurden. Ebenso-

wenig wissen wir von der Beziehung zwischen freilebenden und festsitzenden Formen. Wahrscheinlich sind manche Formen zweimal, einmal als festsitzende und einmal als freilebende Art beschrieben worden. Kulturversuche und eingehende morphologisch-physiologische Studien werden manche Art als inhomogen erkennen lassen.

Ich habe mich mit dieser Gattung kaum beschäftigt und schließe mich im wesentlichen dem an, was HEERING schon 1906 gegeben hat. Es ist fast nichts Neues dazu gekommen.

Bestimmungsschlüssel der Arten:

I. Vorherrschend einzeln und frei lebend[1] [2] [3] . Sect. ***Brochidium***[1]).
  1. Zellen am Ende nicht spitz, ohne Stacheln oder Borsten **O. parvulum** *1.*
  2. Zellen am Ende spitz, mit Stacheln oder Borsten versehen.
    A. Nur ein Ende spitz, bestachelt oder beborstet.
      a) Membranstachel spitz oder wenigstens ohne Knöpfchen.
        α) Stachel kurz.
          * Zellen meist stark gekrümmt, 5–8 μ dick **O. cochleare**[4]) *2.*
          ** Zellen steif, wenig gekrümmt, 2–3 μ dick **O. gracillimum** *3.*
        β) Stachel lang, borstenförmig . . . . . **O. Lagerheimi** *4.*
      b) Membranstachel mit einem kleinen Knöpfchen endend **O. maius**[5]) *5.*
    B. Beide Enden kurz bis lang, oft ungleich bestachelt.
      a) Zellen schlank . . . . . **O. bicuspidatum** *6.*
      b) Zellen plump . . . . . **O. capitatum** *7.*

II. Vorherrschend festsitzend, einfach- bis doppeldoldige Kolonien bildend Sect. ***Sciadium***[4]).
  1. Zellen mit kurzen Stielchen festsitzend.
    A. Zellen mit stumpfen Vorderenden.
      a) Zellen relativ steif und nur wenig gebogen . . **O. arbuscula** *8.*
      b) Zellen eigenartig hin- und hergebogen . . . . . **O. Ilkae** *10.*
    B. Zellen am Vorderende länger oder kürzer bestachelt **O. mucronatum** *11.*
  2. Zellen mit langen Stielchen aufsitzend . . . . . **O. gracilipes**[6]) *9.*

---

[1]) Auch primär festsitzende Formen können, und zwar sehr häufig, abbrechen und sekundär frei leben.

[2]) Es können auch von Kolonien einzelne Zellen abbrechen.

[3]) Alle Arten unter I. können, wenn auch nicht häufig, Kolonien bilden.

[4]) Die beiden Sektionen stellen keine natürlichen Gruppen vor; wahrscheinlich werden einzelne Arten, je nachdem sie als einzeln lebend oder kolonial beschrieben werden, in beiden Sektionen behandelt.

[5]) Vgl. hier auch *O. gracillimum* (S. 889, 890), *O. variabile* (S. 894) und *O. maximum* (S. 893), die unvollkommen bekannt sind, aber z. T. (Ausnahme *O. variabile*) sicher sehr gut erkennbare Arten sind.

[6]) Vgl. das unsichere und unvollständig bekannte *O. longipes* (S. 905).

Brochidium.

BRAUN, A., Alg. unic. gen. (1855) 177. — HEERING, Mitt. Wiss. Staatsanst. Hamburg **23**, Beih. 3 (1906) 120. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 76. — SMITH, Freshw. Alg. U. S. A. (1933) 157.

Syn.: *Ophiocytium* im engeren Sinne: BRAUN, A., Alg. unic. gen. (1855) 52. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 99. — WOLLE, Freshw. Alg. U. S. A. (1887) 175. — DE TONI, Syll. Alg. **1**,2 (1889) 590. — WILLE, Nat. Pflanzenfam. 1. Aufl., Teil I, Abt. 2 (1897) 68. — *Ophiocytium*, Sect. II, *Euphiocytium* WILLE, Nat. Pflanzenfam., Nachtrag zu Teil I, Abt. 2 (1909) 50. — *Brochidium* PERTY, Kleinste Lebensformen (1852) und in Berner Mitt. (1849) 147 (nach PRINTZ). — *Ophiothrix* NAEGELI in KÜTZING, Spec. Alg. (1849) 237. — *Spirodiscus* EICHWALD, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou (1847) 285.

1. Ophiocytium parvulum A. BRAUN (1855)
(Fig. 35*a*, 742–745, 746 oben).

BRAUN, A., Alg. unic. gen. (1855) 55. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 100. — HANSGIRG, Prodrom. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 118. — WOLLE, Freshw. Alg. U.S.A. (1887) 176. — DE TONI, Syll. Alg. **1**,2 (1889) 591. — LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 33. — HEERING, Jahrb. Wiss. Staatsanst. Hamburg **13** (1906), H. 3, 124. — COLLINS, Green alg. North Amer. (1909) 94. — SMITH, G. M., Wisc. Geol. et Nat. Hist. Survey Bull. **57**, Ser. 12 (1920) 86. — PASCHER, S. W. Fl. **11** (1925) 80. — TIFFANY, The Ohio Stat. Un. Fr. Stone Lab. Contr. **6** (1936) 35.

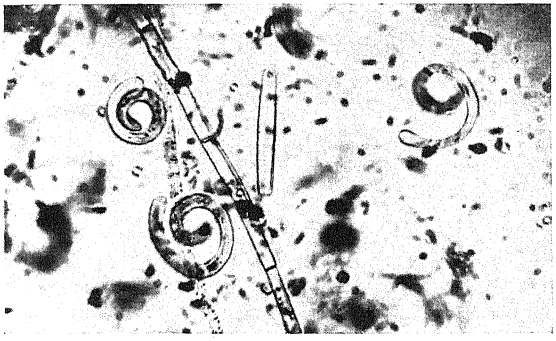


Fig. 742. *Ophiocytium parvulum.*

Syn.: *Brochidium parvulum* PERTY, Kleinste Lebensformen (1852) 215. — ? *Ophiocytium circinnatum* WOLLE, Freshw. Alg. U. S. A. (1887) 176?

Abb.: PERTY, a. a. O. (1852) Taf. 16, Fig. 6. — LEMMERMANN, a. a. O. (1899), Taf. 4, Fig. 20–33. — HEERING, a. a. O. (1906) 124, Fig. *d*. — SMITH, a. a. O. (1920) Taf. 15, Fig. 11. — PASCHER, a. a. O. (1925) 80, Fig. 64. — TIFFANY, a. a. O. (1936) Taf. 14, Fig. 344; Transact. Amer. Mic. Soc. **44** (1926) Taf. 15, Fig. 156.

Zellen ohne alle Stacheln, meist wurstförmig bis spiralig gebogen, manchmal am Ende kopfig verbreitert. Dicke 3–9 μ (angeblich auch bis 13 μ), meist aber nur 4–6 μ messend. Radiäre Kolonien kommen vor.

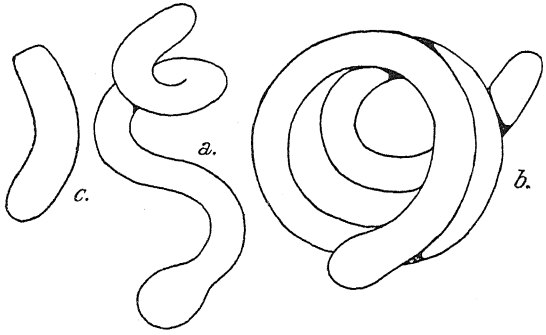


Fig. 743. *Ophiocytium parvulum:* *a*) mit einem aufgetriebenen Ende; *c*) mit einem gestutzten Ende (fa. *truncatum* HEERING) (siehe S. 881).

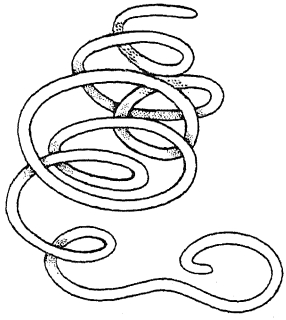


Fig. 744. *Ophiocytium parvulum:* Ungemein lang entwickelte Zelle.

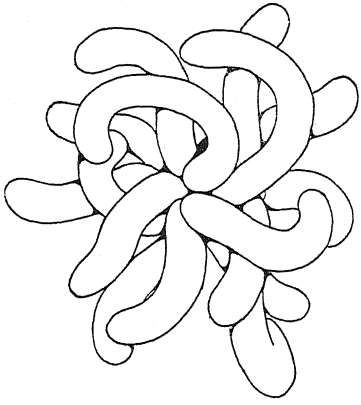


Fig. 745. *Ophiocytium parvulum:* Die vielen Tochterzellen einer nicht gezeichneten Zelle haben sich zu einem radiär ausstrahlenden Knäuel aneinander verfestigt.

Von *O. parvulum* wird eine fa. *truncatum* HEERING (Jahrb. Wiss. Staatsanst. Hamburg **23**, H. 3, S. 124, Abb. *a–c*) = *Ophiocytium truncatum* LEMMERMANN [Hedwigia, **38** (1899) S. 33, Taf. 4, Fig. 26–29] unterschieden, deren eines Ende gerade abgestutzt ist. Soweit ich sehen kann, handelt es sich dabei immer um Zellen, die aus Aplanosporen gekommen sind, bei denen die eine Wandhälfte der Aplanospore sehr lange Zeit dem einen Ende aufsaß. Solche an einem Ende gehemmte Formen gibt es natürlich auch bei anderen Arten[1]).

---

[1]) Von LEMMERMANN wird Hedwigia **38** (1899) 34, Fig. 15–18 als var. *circinnatum* [= *O. circinnatum* WOLLE, Freshw. Alg. U.S.A. (1887) 176, Taf. 158, Fig. 15–18] die spiralig gekrümmte Ausbildung bezeichnet. Im übrigen ist nicht ganz sicher, ob nicht bei WOLLE als *O. circinnatum* die spiralig (ein- bis mehrfach) gekrümmten Formen mehrerer Arten gemeint sind. So stellt BORZI das *O. circinnatum* WOLLE zu *O. maius* (siehe S. 892, Fig. 754).

Vorkommen: *O.* ist über die ganze Erde verbreitet. Es liegen Angaben aus Paraguay, Matto Grosso, Rio Grande do Sul (BOHLIN), Sumatra (SCHMIDLE), Ecuador (LAGERHEIM), Neuseeland usw. vor. In Europa ist es überall verbreitet. Auch hier gibt es anscheinend verschiedene Rassen, solche die sehr sauere, dabei stark eisenhaltige Gewässer bewohnen, andere leben in Teichen usw. Kommt auch im Sapropel vor.

Als *O. parvulum* werden bei der Unbestimmtheit der gebräuchlichen Artumgrenzung gewiß mehrere Formen zusammengefaßt. Unter diesen nehmen die dünnen höchstens 3 μ messenden Ausbildungen gewiß eine eigene Stellung ein, da zur geringen Dicke noch eine andere Chromatophorenform zu kommen scheint.

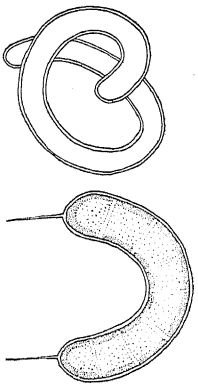


Fig. 746. *Ophiocytium:* oben *O. parvulum* — unten *O. capitatum.* (nach G. M. SMITH.)

2. Ophiocytium cochleare A. BRAUN (1855) (Fig. 747, 748, 749 ?).

BRAUN, A., Alg. unicell. gen. (1855). — RABENHORST, Flor. alg. eur. 3 (1868) 67. — KIRCHNER, Alg. Schles. (1878) 100. — WOLLE, Freshwater Algae (1887) 175. — DE TONI, Syll. Alg. **1**,2 (1889) 591. — COOKE, Brit. Freshwat. Algae (1883/84) 38. — HANSGIRG, Prodrom. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 118. — BORZI, Stud. Alg. **2** (1895) 166. — BOHLIN, Bit. K. Svensk. Vet. Ak. Handl. **23**, Abt. 3, Nr. 3 (1897) 32. — HEERING, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23**, H. 3 (1906) 121. — GERNECK, Beih. Bot. Centralbl. **21**, Abt. 2 (1907) 240. — COLLINS, Green Alg. N. Am. (1909) 94. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 75. — HUZEL, Veröff. Württ. Landesanst. Nat. **13** (1937) 108. — TIFFANY, Ohio Nat. Un. F. Stone Lab. Contr. **6** (1936) 35.

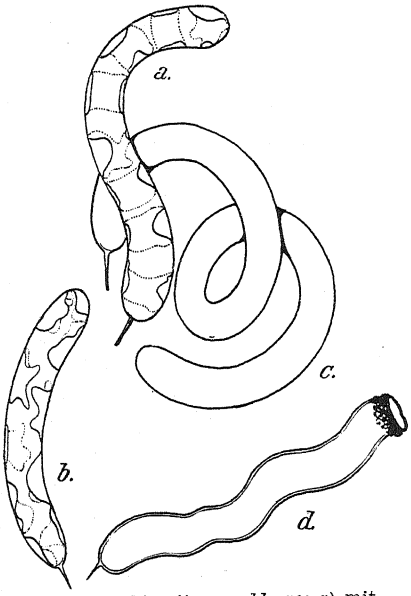


Fig. 747. *Ophiocytium cochleare: a)* mit gürtelförmigen; *b)* mit mehr sternförmig gelappten Chromatophoren.

Syn.: *Ophiocytium apiculatum* NAEGELI, Gatt. einz. Alg. (1849) 89. — *Spirodiscus cochlearis* EICHWALD, Bull. Soc. imp. nat.

Moskou **20** (1847) 285. — *Ophiothrix apiculata* KÜTZING, spec. alg. (1849) 287.

Abb.: NAEGELI, a. a. O. (1849), Taf. 4, Fig. 1. — EICHWALD, a. a. O. (1847) Taf. 8, Fig. 4. — WOLLE, a. a. O. (1887) Taf. 158, 8–14. — COOKE, a. a. O. (1883/84) Taf. 14, 2. — GERNECK, a. a. O. (1907) Taf. 11, 19–23. — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 26, S. 121. — BOHLIN, a. a. O. (1897) Taf. 2, Fig. 49, 50, 52–54, 56, 58. — PASCHER, a. a. O. (1925) 77, Fig. 60. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) Fig. 308 *B*, *C*, 402. — TIFFANY, a. a. O. (1936) Taf. 14, Fig. 345; Treat. Amer. Mic. Soc. **44** (1936) Taf. 15, Fig. 157. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae (1927) 309, Fig. 120*B*, *G*.

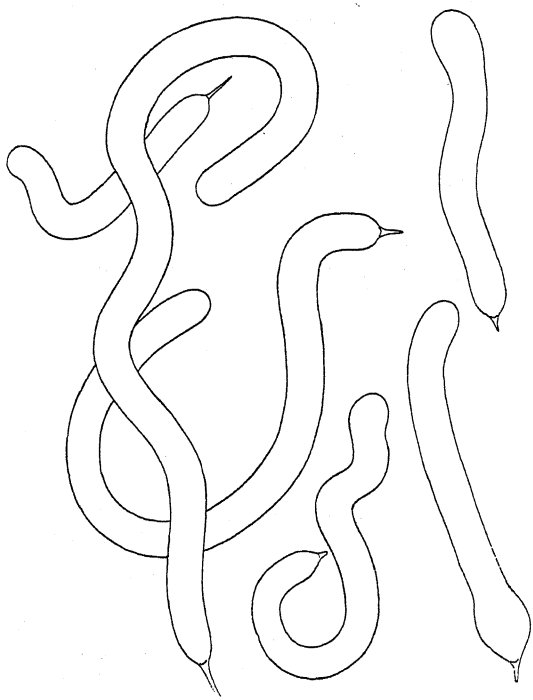


Fig. 748. *Ophiocytium cochleare*.

Zellen einzeln; selten freie radiäre wie ansitzende Kolonien bildend, leicht bis sehr stark gebogen, in Form einer Spirale oder Raumschraube; an einem Ende breit abgerundet, am anderen Ende mit einem kurzen Stachel. Chromatophoren meist scheibchenförmig, doch gelegentlich bandförmig. Schwärmer mit kurzer Nebengeißel; Aplanosporen und cystenartige Zellverjüngung beobachtet.

Zellen 5–8 μ dick, Stachel bis 12 μ lang. Zellen bis anderthalb mm messend.

Sehr verbreitete, und sehr häufige Alge mit großer ökologischer Spannweite, auch aus Amerika, Afrika und Asien angegeben.

In seltenen Fällen entwickeln sich die Tochterzellen bereits an der Mündung der Mutterzelle — *Ophiocytium cochleare* var. *umbelliferum* RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1868) 67. — *Ophiocytium cochleare β umbellifera* RABENHORST. — HANSGIRG, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 118. — BOHLIN, a. a. O. (1897) Taf. 2, Fig. 58. Die von BORGE als *Ophiocytium cochleare* fa. *bicuspidata* bezeichnete Form [BORGE, Kgl. Svensk. Vet. Akad. Handl. **19**, Afd. 3, N-5 (1893/94) 10] bei der an jedem Zellende ein Stachel ist, wird von HEERING zu *Ophiocytium capitatum* gezogen, gehört aber vielleicht zu *O. mucronatum*.

Inwieweit zwischen *Ophiocytium cochleare*, *maius* und *capitatum* Übergänge vorhanden sind, müssen weitere Studien lehren. Hier reiht sich vielleicht eine Form an, Fig. 748, die mit dem *O. cochleare* in der obigen Umgrenzung nicht zusammenfällt; sie haben einen langen oft gewellten Endstachel, sind aber trotzdem nicht mit *O. Lagerheimi* zu vereinigen. Wahrscheinlich eigene Art (z. B. aus dem salzigen Flachmoore bei Lissa a. d. Elbe, VLK).

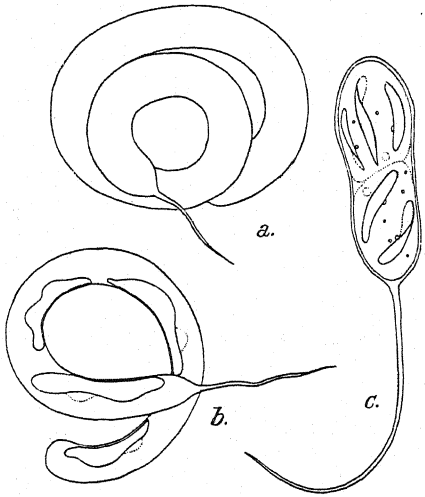


Fig. 749. Eine dem *Ophiocytium cochleare* nahestehende Form (nach VLK).

3. Ophiocytium gracillimum BORZI em. PASCHER (1895) (Fig. 750).

BORZI, Stud. Alg. **2** (1985) 166[1]).

Zellen nur selten stark gekrümmt, meist eigentümlich starr, eigenartig, oft förmlich unvermittelt bis fast winklig gebogen, keine Kolonien gesehen. Membran zart, an einem abgerundeten Ende meist stärker verdickt, am anderen Ende in ein kürzeres oder längeres, oft sogar langes Stielchen ausgezogen. Chroma-

[1]) Sehr unvollständig beschrieben. Keine Abbildung.

tophoren lang und förmlich bandförmig, oft fast schraubig die Zelle auskleidend. Koloniebildung nicht beobachtet. Aplanosporen und große Cysten beobachtet.

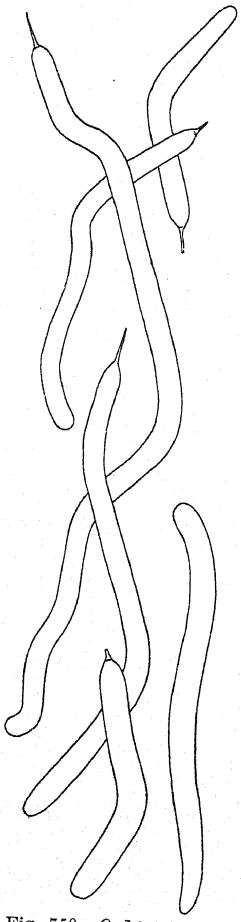


Fig. 750. *Ophiocytium gracillimum.*

Zellen 2, höchstens 3 μ dick, gelegentlich etwas aufgetrieben und dort bis 5 μ messend.

Vorkommen: In Sümpfen bei Messina (Sizilien — Borzi) und einmal in größerer Menge von mir in Kärnten (flacher, warmer Almtümpel auf der Villacher Alp = Dobratsch) gesehen.

O. gracillimum, darin folge ich Borzi, ist von *O. maius*, mit dem es meist vereinigt wird, sicher spezifisch zu trennen. In bezug auf die eigenartige Krümmungsweise verhält es sich zu *O. maius* genau wie *O. Ilkae* zu *arbuscula*. Die Zellen kommen denen von *O. Ilkae* außerordentlich nahe. (Siehe S. 903.)

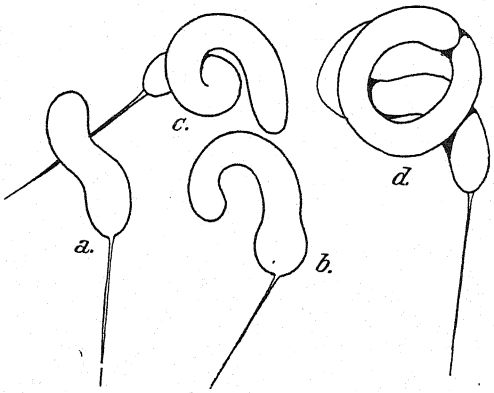


Fig. 751. *Ophiocytium Lagerheimi.*

4. Ophiocytium Lagerheimi Lemmermann (1899) (Fig. 751, 752).

Lemmermann, Hedwigia **38** (1899) 30. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 123. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925). — Huzel, Veröff. Württ. Landesanst. Naturschutz **13** (1938) 108.

Abb.: Lemmermann, a. a. O. (1899) Taf. 3, Fig. 7–9. — Heering, a. a. O. (1906) 129, Fig. 30. — Pascher, a. a. O. (1925), 78, Fig. 61*a*, *b*. — Printz, Vid. selsk. Skrift., 1. Kl. (1913) Nr. 6, Taf. 4, Fig. 91. — Huzel, a. a. O. (1938) Taf. 8, Fig. 19. — Pascher, diese Bearbeitung S. 47, Fig. 38b.

Zellen gerade oder gekrümmt, wurstförmig bis schraubig, manchmal halbkreis- bis voll kreisförmig. Membran zart bis derb, an einem Ende der Zelle mit einem oft sehr langen, ziemlich zarten Stachel, der bis 80 μ messen kann. Das stachelfreie Ende abgerundet. Zellen einzeln oder auch mit ihren Stacheln radiär austrahlend zu vier- bis achtzelligen Kolonien vereinigt.

Zellen bis 5 μ dick, oft auch nur 3 μ messend.

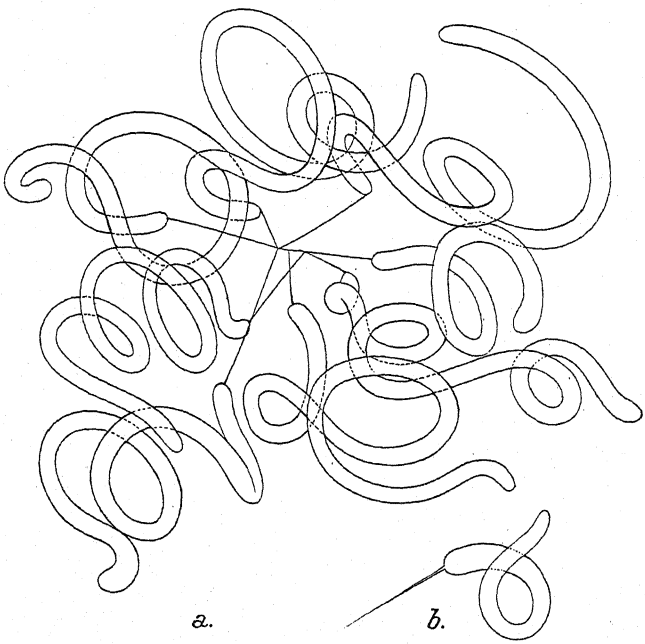


Fig. 752. *Ophiocytium Lagerheimi:* *a*) Eine siebenzellige Kolonie, deren Zellen mit ihren langen Enden aneinander verfestigt sind; *b*) Einzelzelle.

Vorkommen: Verbreitet, doch meist nicht häufig. Vielleicht ebenfalls in mehreren biol. Rassen. Ob die zu radiären Kolonien vereinigten Formen eigentliche Planktonten sind, müßte untersucht werden.

Von *O. Lagerheimi* gibt es auch derbe, kurze und recht gedrungene Ausbildungen, die sich nach vorne fast keulig, doch allmählich verbreitern. Manchmal sehen die Zellen fast gestreckt-knopfartig aus. Dabei handelt es sich kaum um Hemmungsbildungen, da die Form manchmal massenhaft auftritt.

5. Ophiocytium maius NAEGELI (1849) (Fig. 735, 753, 754, 755 z. T.)

NAEGELI, Gatt. einz. Alg. (1849) 89. — BRAUN, A., Alg. unicell. gen. (1855) 53. — RABENHORST, Flor. Eur. Alg. **3** (1868) 67. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 99. — HANSGIRG, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 18. — DE TONI, Syll. Alg. **1**, 2 (1889) 590. — LAGERHEIM, Nuov. Not. (1893) 153. — LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1898) 29. — BORZI, Stud. alg. **2** (1895) 166. — COLLINS, Green. Alg. N. A. (1909) 94. — HEERING, Jahrb. Hamb. Bot. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 120. — PRINTZ, Vid. Selsk. Skrift. **1**, Nr. 6 (1913/1914) 47. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925 76. — HUZEL, Veröff. Württ. Landesanst. Naturschutz **13** (1937) 108.

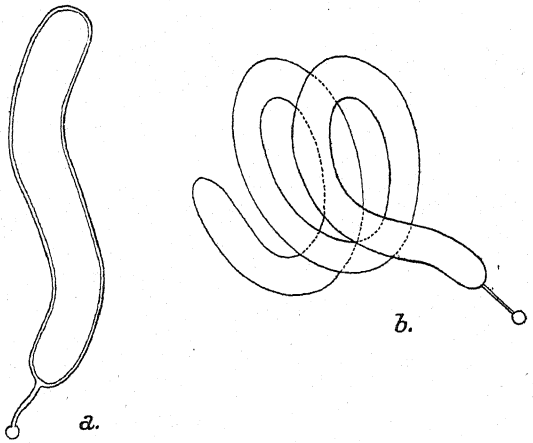


Fig. 753. *Ophiocytium maius.*

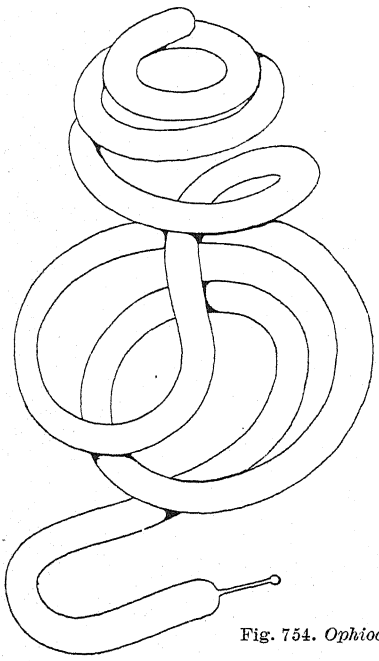
Abb.: NAEGELI, a. a. O., Taf. 4, Fig. 2. — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 25. — LEMMERMANN, a. a. O. (1899) Fig. 6. — COLLINS, a. a. O. (1909) Taf. 1, Fig. 2. — PRINTZ, a. a. O. (1914) Taf. 4, Fig. 101. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 58, 59. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 400, Fig. 305. — BOHLIN, Bihang, K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Abt. 3, Nr. 3 (1897) Taf. 2, Fig. 47, 51, 57.

Syn.: *Brochidium parvulum* PERTY, Kleinste Lebensform. (1852) 215, z. T. (nach BORZI). — ? *Ophiocytium circinatum* WOLLE, Freshw. Algae U. S. A. (1887) (nach BORZI).

Zellen oft sehr lang, meist nicht sehr gebogen, sondern nur leicht geschlängelt, doch manchmal auch eingerollt, spiralig oder förmlich ineinander verschlungen. Vorderes Ende breit abgerundet, Membran hier manchmal leicht verdickt, doch ohne jeden Fortsatz, basal ein kürzeres oder längeres Membranstielchen, das oft abgebogen ist und mit einem Knöpfchen endet. Chromatophoren nicht selten gestreckt, sternförmig gelappt, oft netzig

bis einfach scheibchenförmig. Membran oft rötlich verfärbt. Schwärmer und Aplanosporen beobachtet, ebenso Encystierung und Austritt des ganzen Plasmainhaltes, wobei diese Cyste ein einseitiges Membranstielchen bilden kann. Auch Sporenformen gesehen, die jungen Keimlingen gleichen (siehe Fig. 740, S. 881).

Zellen 5–10 μ dick, seltner dicker. Meist 80–600 μ lang, doch auch bis $2^1/_2$ mm messend (wobei fraglich ist, ob die Formen mit betontem Längenwachstum spezifisch gleich sind).



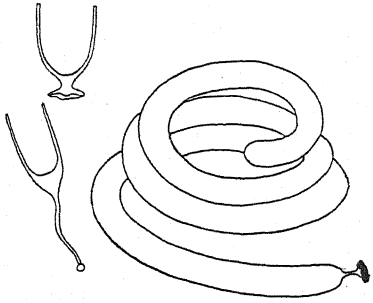


Fig. 755. Links unten das untere Ende einer Zelle von *O. maius*, darüber das untere Ende eines in abweichender Weise festsitzenden *O. cochleare*, rechts festsitzendes *O. cochleare*.

Fig. 754. *Ophiocytium maius:* Auffallend lange Zelle.

Vorkommen: Häufige Alge. In Teichen, Tümpeln und Gräben, meist niedere p_H-Werte vorziehend. Im Plankton nur sekundär.

Die Systematik dieser Art ist sehr zweifelhaft. Lange, verschlungene Formen hat SCHAARSCHMIDT als var. *Gordianum* (Nuova Not. [1887] 241) bezeichnet.

Mit *Ophiocytium maius* werden häufig zwei Formen vereinigt *Ophiocytium variabile* BOHLIN und *O. maximum* BORZI.

Ophiocytium maximum BORZI em. PASCHER (Fig. 756).

BORZI, Stud. Alg. 2 (1895) 166 (ohne Abbildung und sehr unvollständig angegeben).

BORZI, Stud. Alg. 2, (1895) 166 mißt über 15, soweit ich gesehen habe, bis 27 μ in die Dicke. Die plumpen, geraden

bis wenig, niemals sehr gekrümmten Zellen sind sehr kurz und werden nur 4–6mal so lang als dick. Niemals sah ich an diesen Formen ein bedeutendes Längenwachstum. Der Endstachel hat nach meinen Erfahrungen kein Knöpfchen. Anscheinend keine Kolonien. Seltene Form; in nicht sauren Gewässern, zweimal gesehen: Altwässer der Erlauf bei Schauboden

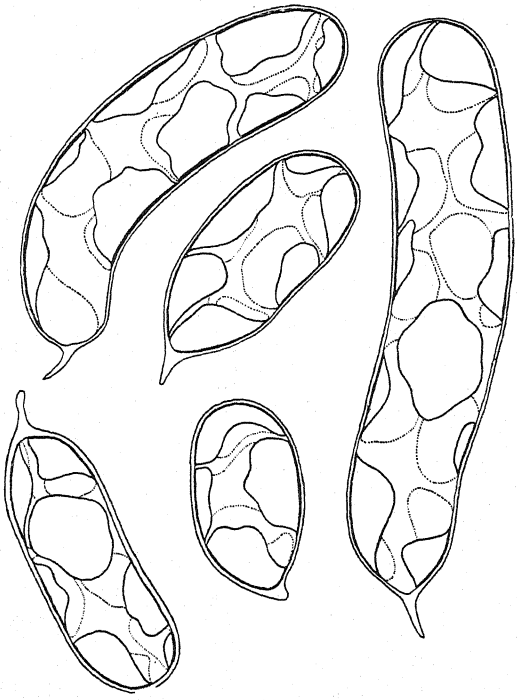


Fig. 756. *Ophiocytium maximum.*

(Oberdonau) und verkrautender Lehmtümpel im südl. Böhmerwald. Vielleicht gehört hierher auch die von Skwortzow[1]) 1917 gegebene Fig. 6,2 S. 121.[2]) *O. maximum* ist eine immer sehr charakteristische, ja auffallende, doch anscheinend sehr seltene Art.

Ophiocytium variabile Bohlin (Fig. 733*a*).

Bohlin, Bihang K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Abt. 3, Nr. 3 (1897) 32. — Lemmermann, Hedwigia **38** (1892) 29.

---

[1]) Skwortzow, B., Contrib. à la flore d'algues de la Russie d'Asie. IV–VI (1917) 117–128.

[2]) Vgl. auch *O. bicuspidatum* (S. 895).

Diese Form ist meist ziemlich stark bis schneckenförmig gekrümmt. Membran meist derb und in einen kurzen, derben Membranstachel ausgezogen, der immer ohne Knöpfchen ist. Zellen bis 20 μ dick. Chromatophoren meist deutlich sternförmig gelappt. Verbreitete Art: aus Schweden, Norwegen, Mitteleuropa angegeben.

O. variabile scheint mir trotz mancher Ähnlichkeit nicht mit *O. maius* gleich zu sein.

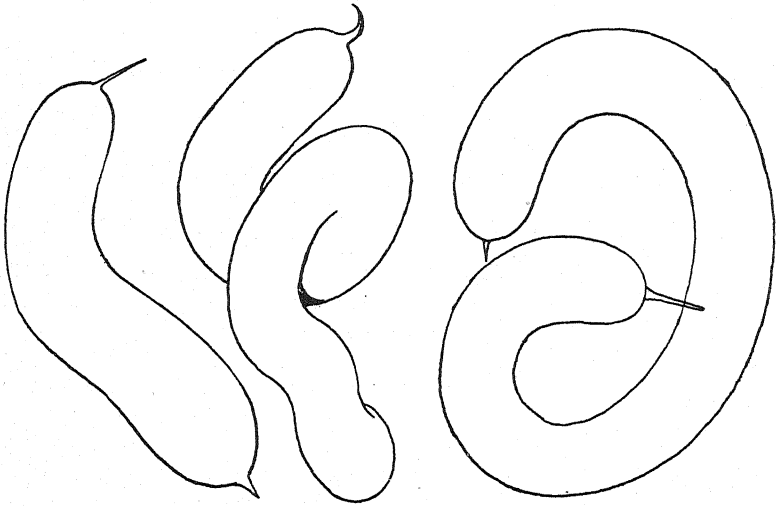


Fig. 757. *Ophiocytium bicuspidatum.*

6. Ophiocytium bicuspidatum Lemmermann (1899) (Fig. 757).

Lemmermann, Hedwigia **58** (1899) 31. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23**, H. 3 (1906) 124. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 79.

Syn.: *Ophiocytium maius* var. *bicuspidatum* Borge, Bih. Kgl. Svensk. Vet. Akad. Handl. **19** (1813), Afd. 3 N. 5, 10.

Abb.: Lemmermann, a. a. O. (1899) Taf. 3, Fig. 13–15. — Borge, a. a. O. (1893/94) Taf. 1, Fig. 3. — Pascher, a. a. O. (1925) 79, Fig. 63a. — West and Fritsch, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1925) 308, Fig. 130 *J-H*. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 402, Fig. 308*D*.

Derbe, sehr plumpe Art, mit gleichen oder ungleichen Enden, die meist kurze, derbe, oft ungleiche Stacheln haben. Zellen, meist nur 4–12mal so lang als dick. Membran oft derb. Chromatophoren meist viele, klein und scheibchenförmig. Keine Kolonien gesehen. Zellen 14–21 μ dick. Stachel 5–10 μ lang.

Vorkommen: Nicht sehr häufig; soweit sie sah, in saueren Gewässern. Rußland, Österreich, Deutschland, Böhmen.

Die Zellen zeigen parallel zu dem ebenfalls sehr dicken *O. maximum* vielleicht nicht das bedeutende Längenwachstum anderer *Ophiocytium*-Arten. Im übrigen kommt hier eine sehr kurzzellige Rasse vor mit Zellen, die kaum dreimal so lang wie dick werden.

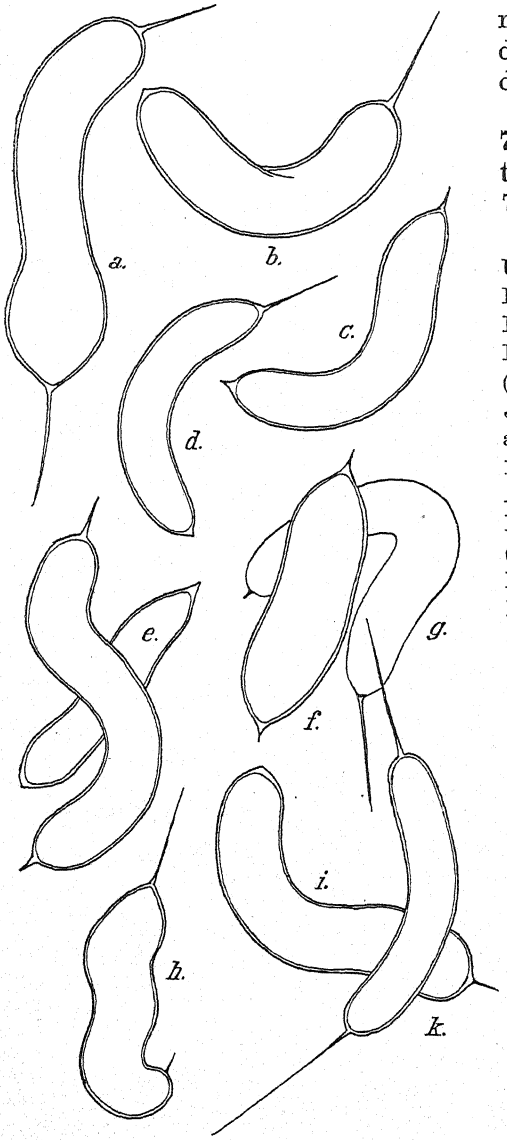


Fig. 758. *Ophiocytium capitatum: a), k)* fa. *longispinum; b, d), g), i)* fa. *irregulare; e)* fa. *brevispinum; f), c)* fa. *typicum.* Nur kürzere Zellen gezeichnet.

7. Ophiocytium capitatum Wolle (1887) (Fig. 746 unten, 758, 759).

Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 176. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 268. — De Toni, Syll. Alg. **1**, 2 (1889) 592. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 122. — Collins, Green Algae N. A. (1909) 94. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 78. — Smith, G. M., Wisc. Geol. Nat. Surv. Bull. **57**, Sci. Ser. 12 (1920) 86. — Huzel, Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz **13** (1837) 108. — Tiffany, Ohio Stat. Univ. f. Stone Lab. Contr. **6** (1936) 342.

Syn.: *Ophiocytium cochleare β mucronatum* Braun, A., Gen. Algun. (1855) 54. — *Ophiocytium cochleare* var. *bicuspidatum* Borge, K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **19**, Afd. 3, Nr. 5 (1893) 10.

Abb.: Borge, a. a. O. (1893) Taf. *i*, Fig. 4. — Heering, a. a. O. (1906) 122, Fig. 27. — Wolle, a. a. O. (1887) Taf. 158, Fig. 3–7. — Smith, a. a. O. (1920) Taf. 15, 13–13, 14–16.

PASCHER, a. a. O. (1925) 79, Fig. 62 (nach SMITH); 79, Fig. 63*c*, *e*. — HUZEL, a. a. O. (1937) 24, Taf. 8. — TIFFANY, a. a. O. (1936) 342, Taf. 14.

Recht unbestimmte und in ihrem Umfange recht unsichere „Art", die meist einzeln lebt, doch auch freie wie vorübergehend (ob immer?) ansitzende Kolonien bildet. Zellen gerade, leicht gekrümmt bis kreisförmig oder spiralig. Beide Enden gleich oder ungleich verschmälert oder abgerundet, manchmal leicht aufgetrieben. Stacheln an beiden Enden, gleich oder ungleich, kurz bis sehr lang, oft nur in Form einer Membranspitze angedeutet, oft borstenartig. Niemals ein Knöpfchen gebildet.

Zellen 5–7 μ, selten bis 10 μ dick.

Sicher stellt *O. capitatum* in diesem Umfange etwas recht Unnatürliches und Inhomogenes dar. Einige Formen wurden herausgegriffen und benannt. Formen nach HEERING (1906):

fa. ***typicum*** HEERING (Fig. 758 *e*, *f*.) HEERING, a. a. O. (1906) 122. **Abb.:** HEERING, a. a. O. (1906) 122, Fig. 27. Zellen höchstens 5–7, seltener bis 10 μ dick. Endstacheln meist ziemlich kurz und dick.

fa. ***brevispinum*** LEMMERMANN (Fig. 758 *c*). Hedwigia **38** (1899) 32. **Syn.:** *Ophiocytium* var. *bicuspidatum* SCHRÖDER, Forsch.-Ber. Plön **6** (1898) 22. — *Ophiocytium bicuspidatum* var. *gracile* LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 31. **Abb.:** LEMMERMANN, a. a. O. (1899) Taf. 4, Fig. 19–20. — SCHRÖDER, a. a. O. (1898) Taf. 1, Fig. 3*a*–*c*. — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 28. Stacheln sehr kurz, oft nur als Membranverdickungen bzw. als Ecken an den Enden angedeutet. Zellen meist nur 4–5 μ, seltener bis 10 μ messend.

fa. ***irregulare*** HEERING (Fig. 758 *d*, *h*, *i*). HEERING, a. a. O. (1906) 122. Stacheln ungleich. Sowohl bei langen wie bei kurzen Stacheln vorkommend.

fa. ***longispinum*** LEMMERMANN (Fig. 758 *a*, *h*. *k*). LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 32; Arch. f. Bot. **2** (1904) 108. **Syn.:** *Ophiocytium cochleare* var. *longispina* LEMMERMANN, Forsch.-Ber. Plön **4** (1896) 163. — *Ophiocytium longispinum* SCHMIDLE, in SCHRÖDER, Biol. Centralbl. **18** (1898) 530[1]). — *Reinschiella longispina* MÖBIUS, Abh. Senckenberg. Nat. Ges. **18** (1894) 331 (fide HEERING)[1]). **Abb.:** LEMMERMANN, a. a. O. (1899) Taf. 4, Fig. 21–25. — MÖBIUS, a. a. O. (1899) Taf. 1, Fig. 31–33. — LEMMERMANN, a. a. O. (1899); Forsch.-Ber. Plön **4** (1896) 163, Fig. 4–6. — SCHRÖDER, a. a. O. (1898) 530, Fig. 2[1]). — HEERING, a. a. O. (1906) 123, Fig. 29. — SMITH, a. a. O. (1920) Taf. 15, Fig. 14–16. — PASCHER, a. a. O. (1927)

[1]) Aller Wahrscheinlichkeit nach beziehen sich diese Zitate nicht auf *Ophiocytium*, sondern auf *Centritractus*. Die Angaben lassen aber einen sicheren Entscheid nicht zu.

Fig. 62*b*. — TIFFANY, Ohio Stat. Univ. Stone Lab. Contr. **6** (1936) Taf. 14, Fig. 343. Zellen in der Dicke schwankend, doch meist um 5–7 μ messend, mit sehr langen zarten Stacheln, die bis 50 μ lang werden können.

fa. ***umbellifera*** LEMMERMANN (Fig. 759). LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 32 als Var. **Syn.:** *Ophiocytium cochleare* var. *bicuspidatum* BORGE, fa. *umbellifera* BOHLIN, Bitr. K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Afd. 3 (1897) 32, Nr. 3. **Abb.:** BOHLIN, a. a. O. (1897) Taf. 2, Fig. 58. Zellen zu Kolonien vereinigt, die Tochterzellen dem oberen Rande der leeren Mutterzelle aufsitzend oder auch von ihr getrennt.

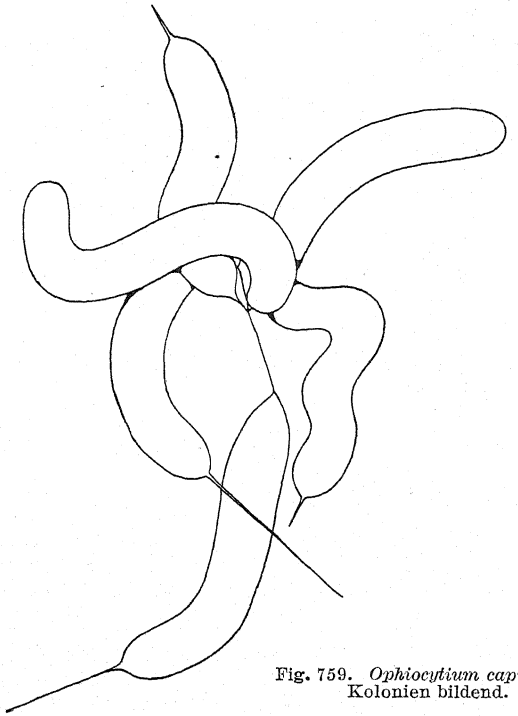


Fig. 759. *Ophiocytium capitatum:* Kolonien bildend.

Diese hier wiedergegebene „Gliederung" der „Art" in verschiedene Formen kann nicht ernst genommen werden. Die für die einzelnen Formen angeführten Merkmale können auch untereinander recht bunt vereinigt auftreten, da die Stachelbildung an jedem Ende gewissermaßen ihre eigenen Wege geht und die Formengliederung ausschließlich auf der Beschaffenheit der Stacheln beruht. Vergleiche die verschiedene Ausbildung der Zellen einer Kolonie in Fig. 759. Ich führte die Formen nur deshalb an, weil sie in verschiedenen Bestimmungslisten

immer wieder genannt werden. Besser wäre es, sie ganz aufzugeben, sie sind nur ein Ballast.

Über die Ökologie der Gesamtart *O. capitatum* wissen wir gar nichts. Sicher liegen auch Verwechslungen mit Grünalgen oder ähnlichen Gattungen vor.

Sciadium

als Section oder Untergattung zu *Ophiocytium*.

Kützing, Spec. Alg. (1849 490. — Braun, A., Alg. unic. gen. (1855) 107 Anm. S. 53. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**/3 (1906) 116. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 80. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 403. — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 157.

Sciadium als Gattung. Braun, A., Alg. unic. gen. (1855) 48. — Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 174. — De Toni, Syll. Alg. **1** (1889) 585. — Cooke, Brit. Freshw. Algae 1883/84) 39. — Kirchner, Algenfl. Schles. (1878) 98. — Wille, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., 1. Teil, 2. Abt. (1897) 69. — Rabenhorst, Algenflora Sachs. **1** (1863) 138. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 117.

Ophiocytium sect. *stipitatae* z. T. Lemmermann, Hedwigia **38** (1899) 26.

Festsitzend und bäumchenförmig-grünliche Kolonien bildend, deren Bildung auf S. 880 behandelt ist.

8. **Ophiocytium arbuscula** Rabenhorst (1868) (Fig. 760 *b*, *c*, *d*).

Rabenhorst, Flor. Eur. Alg. **3** (1868) 68. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906) Heft 3, 116. — Borzi, Stud. Alg. (1895) 166, z. T. — Collins, Green Algae N. Am. (1909) 95. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 80. — Printz, Vid. Selsk. Skrift. 1. Kl., (1913) Nr. 6 (1914) 46. — Tiffany, Ohio Stat. Univ. Stone Lab. Contr. **6** (1936) 34.

Syn.: *Sciadium arbuscula* Braun, A., Gen. unic. alg. (1855) 106. — Suringar, Neederl. Arch. **4** (1861) 262. — Kirchner, Algenfl. Schles. (1878) 99. — Cooke, Brit. Freshw. Algae (1883/84) 39. — Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 174. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 117. — De Toni, Syll. Alg. **1**/2 (1889) 485. — *Sciadium Balatonis* Lemmermann, Hedwigia **38** (1899) 38.

Abb.: Hansgirg, a. a. O. (1886) 117, Fig. 63. — Heering, a. a. O. (1906) 117, Fig. 22*a*; (1906) 118, Fig. 24*b*, *c*. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 402, Fig. 308*G*–*J* (Kopie nach A. Braun). — Pascher, a. a. O. (1925) 81, Fig. 66 (Kopie nach Braun). — West et Fritsch, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1925) 309, Fig. 130*J*. — Cooke, a. a. O. (1883/4). Taf. 15. — Wolle, a. a. O. (1887) Fig. 7, 8. — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 156, Fig. 101*a*. — West et Fritsch, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1927) 309, Fig. 130. — Tiffany, a. a. O. (1936) Taf. 14, Fig. 346.

Zellen gerade, manchmal auch leicht S-förmig gekrümmt, selten wellig, basal mit kleinem Stielchen, das die Breite der Zelle kaum erreicht und manchmal fast fehlt. Haftscheibchen meist klein, doch durch nachträgliche Auflagerungen oft sehr vergrößert. Zellen oft in mehreren Stockwerken zu Kolonien vereinigt. Die Mutterzelle 60–120 μ messend, die Tochterzellgenerationen an Länge abnehmend. Zellen zweiter oder dritter Ordnung meist gerade oder leicht gekrümmt, manchmal aber stark gebogen.

Zellen bis 7 μ, meist 4,5–5 μ, seltener nur 3 μ[1]) messend[2]).

Vorkommen: Meidet sauere Gewässer. Vielleicht in den südlichen Gegenden seltener. Sehr verbreitete, häufige Alge, kalkhold[3]).

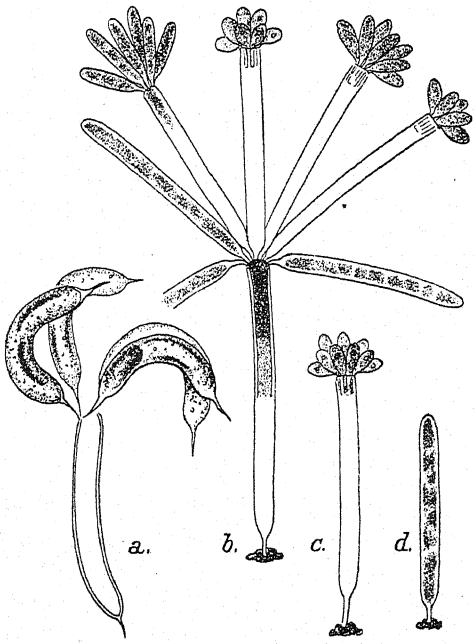


Fig. 760. *b*), *c*), *d*) *Ophiocytium arbuscula*; *d*) einzelliges Jugendstadium; *c*) junge Kolonie; *b*) alte Kolonie, im Begriffe, die Tochterzellen der dritten Generation zu bilden; *a*) wahrscheinlich *O. capitatum* in Koloniebildung, von BOHLIN als var. *bicuspidata* zu *O. cochleare* gestellt.

Formen, deren Zellen unter dem Vorderende etwas kugelig aufgetrieben sind, wurden von ISTVANFFY als *Sciadium arbuscula* var. *Balatonis* Balatonsee, 2. Teil, Sekt. 1 (1897) 117; (1898) 124 bezeichnet. — *Ophiocytium*

---

[1]) In diesem Umfange ist *Ophiocytium arbuscula* gewiß wenig einheitlich.

[2]) In letzter Zeit sah ich eine Ausbildung mit Zellen, die bis 14 μ dick waren.

[3]) WOLLE gibt (Tafel 157, Fig. 7/8) frei lebende Ausbildungen, deren mehr oder weniger einfache oder doppelsternförmige Kolonien zu mehreren unregelmäßig kettenförmig verbunden sind. Obwohl das Vorkommen solcher freilebenden Kolonien nicht bestritten werden mag, ist es doch unmöglich, die WOLLEschen Zeichnungen zu verstehen. Es ist nicht verständlich, wie solche Formen zustande kommen sollen.

arbuscula var. *Balatonis* HEERING, a. a. O. (1906) 117. — LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 38, hatte sie wohl mit Unrecht als eigene Art, *Ophiocytium Balatonis* bezeichnet.

9. Ophiocytium gracilipes RABENHORST (1868) (Fig. 736, 737, 760, 761, 762, 763).

RABENHORST, Flor. Europ. Alg. **3** (1865) 68. — BORGE, Bih. Svensk. Vet. Ak. Hand. **19** (1898) 3, Nr. 5, 10. — COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 95. — DE TONI Syll. Alg. **1**, 2 (1889) 585. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Heft 3 (1906) 118. — TEODORESCO, Beil. Bot. Centralbl. **21**, 2 (1907) 131. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1927) 309. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 81.

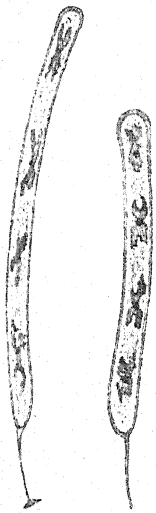


Fig. 761. *O. gracilipes:* einzellig.

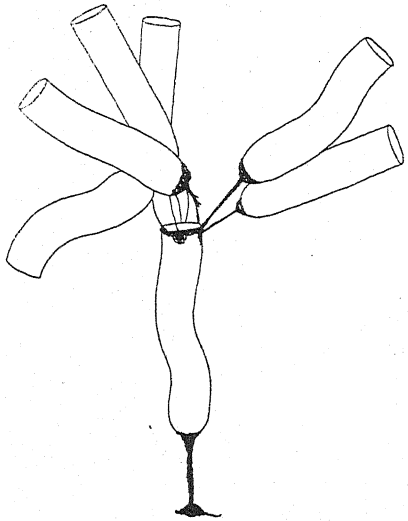


Fig. 762. *O. gracilipes:* ausgeschwärmte Kolonie.

Syn.: *Ophiocytium constrictum* LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 28. — *Sciadium gracilipes* BRAUN, A., Alg. unic. gen. (1855) 107. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 99. — DE TONI, Syll. Alg. **1**/2 (1895) 585. — HANSGIRG, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 117. — WOLLE, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 175.

Abb.: HEERING, a. a. O. (1906) 118, Fig. 24*a–d*. — WOLLE, a. a. O. (1887) Taf. 157, Fig. 7, 8 (?). — LEMMERMANN, a. a. O. (1899) Taf. 3, Fig. 1, 2 (f. *constrictum*). — TEODORESCO, a. a. O. (1907) Fig. 2, 3, S. 132 (var. *obovatum*). — BORGE, a. a. O. (1893) Taf. 1, Fig. 2. — WEST et FRITSCH, a. a. O. (1927) 309, Fig. 130 *K* (?). — PASCHER, a. a. O. (1925) 80, Fig. 65*c*, *d*; diese Bearbeitung S. 47, Fig. 38*a*.

Kolonien schlank und mehr aufgelöst wie bei *O. arbuscula*, meist nur einfach doldenförmig. Zellen gerade oder nur leicht

gekrümmt, bis jetzt nicht stark bogig gesehen. Stielchen zwei- bis fünfmal so lang als die Dicke der Zelle. Chromatophoren oft bandförmig. Schwärmer (soweit gesehen) wahrscheinlich ohne Stigma (ob immer?) mit zwei binnenständigen, bandförmigen Chromatophoren und einer Nebengeißel, die ein Drittel der Hauptgeißel mißt (siehe Fig. 736).

Als f. *constrictum* (*Ophiocythium constrictum* LEMMERMANN, a. a. O.) stellt HEERING Formen hierher, deren Zellen unter dem Vorderende etwas bis kugelig angeschwollen sind. Diese Schwellungen finden sich aber bei allen *Ophiocytium*-Arten.

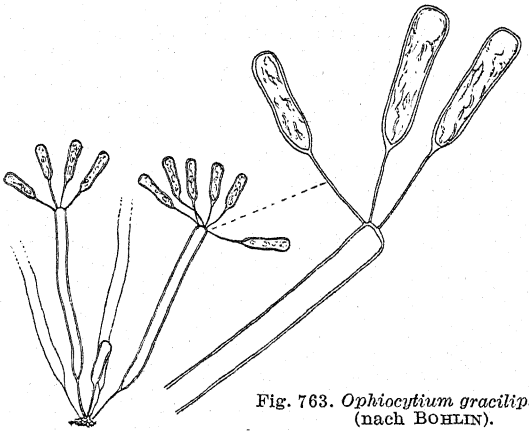


Fig. 763. *Ophiocytium gracilipes* forma (nach BOHLIN).

O. gracilipes steht gewiß dem *O. arbuscula* nahe, läßt sich aber, wenn gut ausgebildet, immer erkennen. Leider sind die Unterschiede nicht immer in Worte zu fassen.

Zellen meist 5–7 μ dick.

Vorkommen: Verbreitete, aber nicht häufige Form, die, soweit ich sah, auch in saueren Gewässern vorkommt. Es macht mir aber den Eindruck, als wären mehrere ökologisch, doch bei genauem Studium vielleicht auch morphologisch unterscheidbare Rassen vorhanden. So scheinen mir die von BORGE (1893) aus Nordrußland beschriebenen und abgebildeten Formen (siehe Fig. 763) nicht zu dem hier in Figur abgebildeten Typus zu gehören. Sie sind schlanker und weichen auch habituell ab. Die auffallende Verkürzung der auf den Mutterzellen festsitzenden Tochterzellen braucht aber nicht charakteristisch zu sein (vgl. hierüber das auf S. 880/81 Gesagte).

Die von TEODORESCO [Mat. p. l. flore alg. Roum. Beil. Bot. Centralbl. **21**, 2 (1907) 131/2, Fig. 2, 3] beschriebene Form var. *obovatum* [vgl. PRINTZ,

Kgl. Norg. Vid. Selsk. Skrift. 1915, Nr. 4 (1916) 21, Taf. 2, Fig. 123] ist kaum zu halten, da sie sich auf Ausbildungen bezieht, bei denen die an der Mündung stehenden Tochterzellen entweder noch nicht ganz ausgewachsen sind, oder in ihrem Wachstum gehemmt bleiben. Das kann bei allen *Ophiocytium*-Arten vorkommen (siehe Fig. 737/38, S. 880/81).

10. Ophiocytium Ilkae Heering (1906) (Fig. 764).

Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Heft 3 (1906) 118.

Syn.: *Sciadium Ilkae* Istvanffi, Balaton-See (1879) 118 (ungar.); 124 (deutsch). — *Ophiocytium gracilipes* var. *Ilkae* (Istvanffi) Lemmermann, Hedwigia **38** (1899) 38. — *Ophiocytium arbuscula* var. *Ilkae* Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 81.

Abb.: Istvanffi, a. a. O. (1879) Fig. 16. — Heering, a. a. O. (1906) 118, Fig. 23 (Kopie nach Istvanffi).

Kolonien bisher nur einfach doldig gesehen. Die sehr schlanken und langen Tochterzellen so lang oder länger als die Mutterzellen (während sie sowohl bei *O. arbuscula* oder bei *O. mucronatum* höchstens so lang sind). Die Zellen in eigenartiger, leichter, aber steifer, fast winkeliger Krümmung. Durch diese langen, dünnen Tochterzellen fällt *O. Ilkae* sehr auf, und während ich zuerst geneigt war, sie für eine gelegentliche Abänderung von *O. arbuscula* zu halten [Süßwasserfl. **11** (1925) 81], neige ich jetzt mehr dazu, daß es sich um eine selbständige Form handelt.

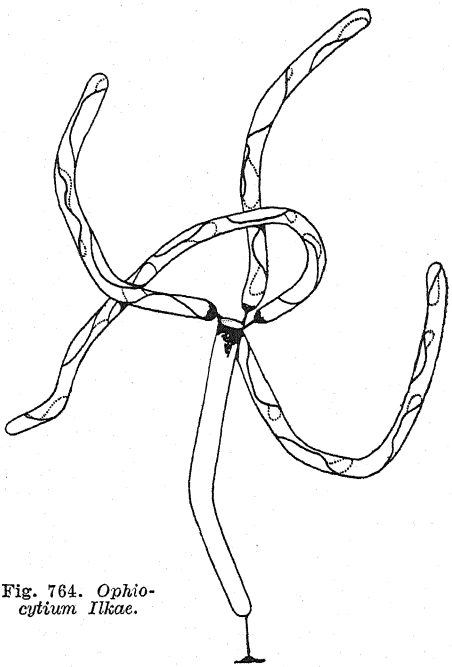


Fig. 764. *Ophiocytium Ilkae.*

Zellen meist 3 μ, selten 4 oder 5 μ dick.

Vorkommen: Ich sah sie nie aus saueren Gewässern; immer nur aus Teichen oder kalkhaltigen Altwässern. Ungarn; Böhmen.

Ophiocytium Ilkae steht gewiß dem *O. gracillimum* sehr nahe und stellt vielleicht seine koloniale, festsitzende Weiterentwicklung dar, falls nicht der Zusammenhang noch enger ist.

11. Ophiocytium mucronatum RABENHORST (1868) (Fig. 734. 764).

RABENHORST, Fl. Eur. Alg. **3** (1864/65) 68. — LEMMERMANN, Hedwigia **38** (1899) 28. — HEERING, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsinst. **23**, Beih. 3 (1906) 119. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1899) 81.

Syn.: *Sciadium mucronatum* BRAUN, A., Gen. Alg. unic. (1855). — (?) *Ophiocytium cochleare mucronatum* p. p. BRAUN, A., a. a. O. (1855) 54.

Abb.: HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 22*b*, S. 117. — PASCHER, a. a. O. (1935) Fig. 67, S. 82.

Zellen meist derb, niemals zart, gerade oder geschlängelt, bis S- oder fast halbkreisförmig gebogen, mit einem an Länge wechselnden Stiele sitzend. Membran oft derb, unter den Enden manchmal sehr verdickt. Vorderende der Zelle mit einem derben, manchmal gekrümmten Membranstachel verschiedener Länge. Kolonien nur einfach doldig gesehen, nicht häufig. Eine durch die stachelspitzigen Zellen besonders in den Kolonien auffallende Form.

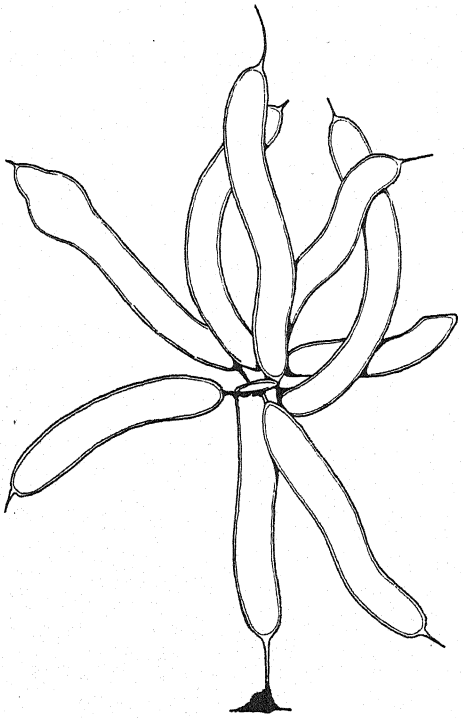


Fig. 765. *Ophiocytium mucronatum.*

Zellen 5–9 μ dick. Stiel 5–7 μ, Stachel bis 15 μ lang.

Vorkommen: Soviel ich sah, mehr Form sauerer Gewässer. Auch HEERING gibt sie von den schleimigen Überzügen der *Lobelia Dortmanna* aus dem Hostrupsee bei Apenrade an.

BORZI [Stud. alg. 1/2 (1895) 166] zieht *O. mucronatum* zu *O. arbuscula*, da er irrtümlich die Membranstacheln aus den Geißeln der Schwärmer hervorgehen läßt. *O. mucronatum* erscheint mir sehr nahe verwandt mit *O. bicuspidatum* oder noch mehr mit *O. capitatum* und stellt vielleicht nur die koloniale Ausbildung davon dar. Sehr eigenartig sieht *O. mucronatum* aus, wenn am oberen Rande der Mutterzelle nicht walzliche,

sondern fast kugelige Tochterzellen, die oft sehr lange Stacheln haben, festsitzen.

Hier sei eine nur wenig gesehene, festsitzende, sehr langgestielte Form (Fig. 766) erwähnt, deren Zellen walzlich bis verkehrt birn- oder eiförmig sind und eine ziemlich derbe Membran haben. Chromatophoren mehrere, scheibenförmig. Stiel zwei- bis viermal so lang wie die Zelle. Die Zellen schienen kein betontes Längenwachstum zu haben. Koloniebildung einige Male gesehen, entsprechend der geringen Größe der Zelle nur zwei oder vier Tochterzellen der Mutterzelle aufsitzend ***(Ophiocytium longipes)***.

Zellen 8–13 μ dick; soweit beobachtet bis 30 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht mehr auf sauere Gewässer beschränkt; verlandete Teichufer bei Prag. Altwasser bei Mugrau im südlichen Böhmerwalde.

Ich bin mir über den Wert dieser eigenartigen Form nicht ganz im klaren. Bei gehemmtem Längenwachstum der Tochterzellen kommt es öfters zur Bildung auffallend langer Stiele (siehe z. B. Fig. 739, S. 881).

Ganz unsicher und vielleicht besser zu streichen ist das

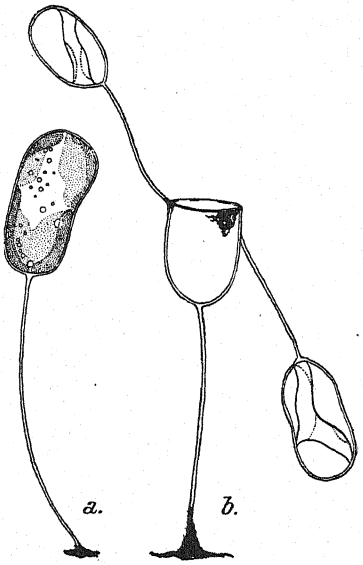


Fig. 766. *Ophiocytium longipes: a*) einzellig; *b*) Kolonie.

Ophiocytium desertum Printz (1914) (Fig. 767).

Printz, Vid. Selsk. Skrift. 1913, 1. Kl. (1914) 47. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 80.

Abb.: Printz, a. a. O. (1914) Taf. 4, Fig. 92/93. — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 65*a*, *b*, S. 80.

Koloniebildung nicht gesehen, gerade oder leicht gekrümmte, vorne abgerundete Zellen, die mit einem ziemlich langen und in eine große Haftscheibe verbreiterten Stiele aufsitzen. Zellen 30–60 μ lang, 9–14 μ dick, Stiel bis 20 μ lang. Bislang nur aus Norwegen bekannt.

Ich halte diese Art für eine Jugendform einer anderen *Ophiocytium*-Art.

Ophiocytium cuspidatum (BAILEY) RABENHORST.

WOLLE, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 176, Taf. 158, Fig. 12 — ist ein *Closterium*. Die Alge wurde von BAILEY zunächst auch als *Closterium cuspidatum* beschrieben.

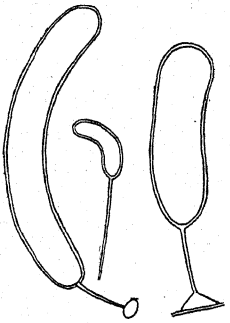


Fig. 767. *Ophiocytium desertum* (nach PRINTZ).

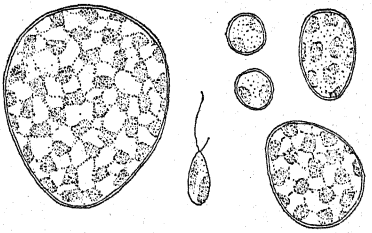


Fig. 768. *Leuvenia natans:* Kleine und große, *Botrydiopsis*-artige Zellen und ein Schwärmer (nach G. M. SMITH).

Ophiocytium breve GERNECK.

GERNECK, Beih. Bot. Centralbl. **21**, Abt. 2 (1907) 241 = *Bumilleriopsis brevis* PRINTZ (siehe S. 838).

Heterococcalen, deren Stellung unklar ist.

Leuvenia GARDNER (1910) (Fig. 768, 769).

GARDNER, Univ. Calif. Publ. Bot. **4**, Nr. 4 (1910) 97. — PASCHER, Süßwasserflora **11** (1925) 30. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 384. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 149.

Syn.: *Osterhoutia* GARDNER, Univ. Calif. Publ. Bot. **3** (1909) Nr. 7. — WILLE, Nat. Pflanzenfam., I. Teil, Abt. 2, Nachtrag (1911) 91.

Junge Zellen klein, kugelig, mit einem oder zwei Chromatophoren und einkernig, dann sehr heranwachsend mit vielen Chromatophoren und mehrkernig, meist etwas unregelmäßig kugelig bis birnförmig. Zellen meist in großer Menge auf der Oberfläche des Wassers schwimmend und hier einen grünen, hauchdünnen Überzug bildend. Untergetaucht gehen die Zellen zur Schwärmerbildung über. Schwärmer typisch Heterokontenschwärmer mit über körperlanger Haupt- und etwas mehr als ein Drittel messender Nebengeißel ohne Stigma, schließlich amöboid werdend. Schwärmer an Größe schwankend, auch große Schwärmer mit vielen Chromatophoren, die vielleicht zwei oder mehreren Schwärmerprotoplasten entsprechen, beobachtet. Sicher auch derbwandige, zweischalige Cysten (Fig. 769*k*), mit vielleicht direkter Keimung. Einmal auch

faserige Gallertmassen gesehen, in denen die Zellen in großen Mengen lagen (Fig. 769 *m*, *n*).

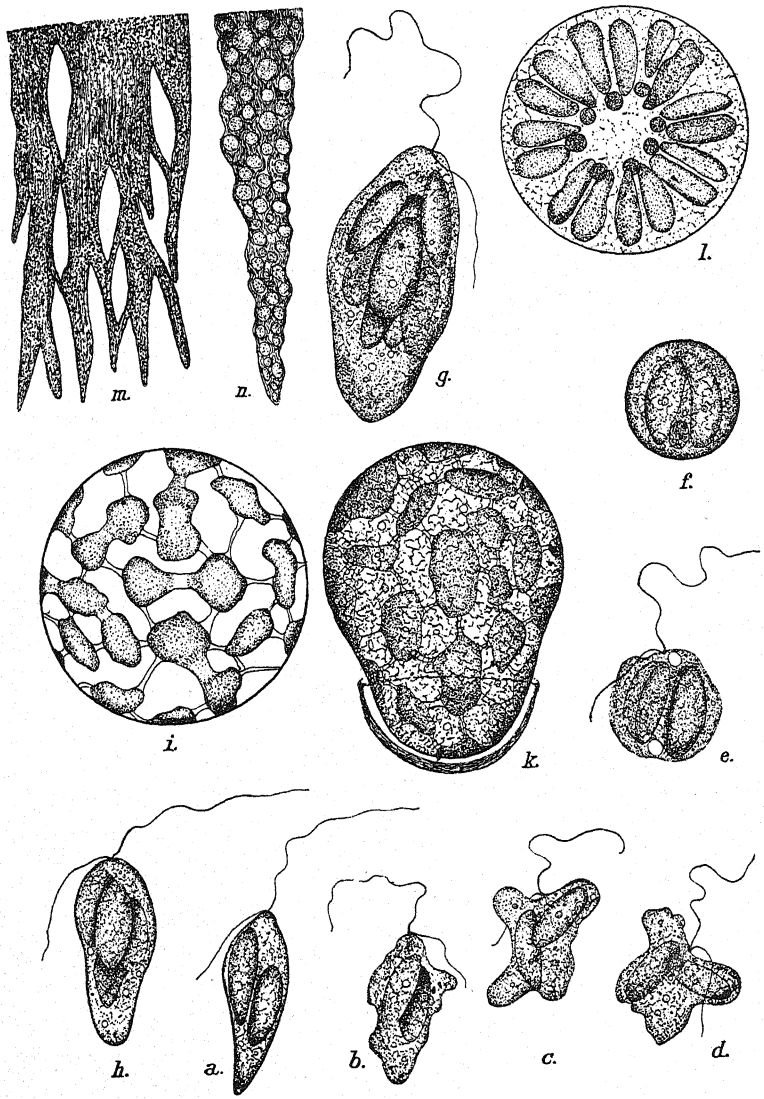


Fig. 769. *Leuvenia natans: a–d* Schwärmer, zum Teil amöboid; *g*, *h* große Schwärmer, die wahrscheinlich die Wertigkeit mehrerer ungeteilter Schwärmer haben; *i*, *l* große, behäutete Zellen, bei *l* wahrscheinlich knapp vor der Schwärmerbildung (Chromatophoren binnenständig und radiär gestellt); *m*, *n* Ansammlungen vieler Zellen, durch gallertige Stränge verbunden (nach GARDNER).

Eine Art: **Leuvenia natans** GARDNER (1910) (Fig. 768, 769).

GARDNER, a. a. O. (1910) 98, Taf. 14. — PASCHER, a. a. O. (1925) 30, Fig. 17 (Kopie). — PRINTZ, a. a. O. (1927) 383, Fig. 284 (Kopie). — SMITH, a. a. O. (1933) 151, Fig. 95.

Syn.: *Osterhoutia natans* GARDNER, Univ. Calif. Publ. Bot. **3** (1909). — WILLE, Nat. Pflanzenfam., I. Teil, Abt. 2, Nachträge (1911) 91.

Zellen bis 20:24 μ und bis 45 μ messend. Schwärmer 4–6 μ groß. Aus stehenden Gewässern Kaliforniens wiederholt beobachtet.

In Überwertung der gallertigen Stadien stellte ich die Alge 1925 bei den Heterocapsalen ein, möchte aber jetzt SMITH folgen, der die Alge als Heterococcale (nahe bei *Botrydiopsis*) ansprechen möchte. Was ich an *Botrydiopsis*-Entwicklung (an der Wasseroberfläche hängende und auf der Oberfläche treibende Stadien) sah, würde sogar für eine Einordnung in die Gattung *Botrydiopsis* sprechen. Vielleicht handelt es sich überhaupt nur um eine gelegentliche Ausbildung einer *Botrydiopsis*-Art.

Polychloris BORZI (1892).

BORZI, Nuova Notarisia (1892) 51. — WILLE, Nat. Pflanzenfam. 1. Teil, 2. Abt. **3** (1911) 44. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **3** (1927) 91.

Zellen *Botrydiopsis*-artig (siehe S. 377) in einer Amöbe symbiontisch lebend, kuglig oder sich gegenseitig abplattend und dadurch polyedrisch, mit zarter glatter Membran und vielen kleinen scheibchenförmigen Chromatophoren. Angeblich vegetative Teilung nach drei Richtungen. Schwärmer zu 8–16 gebildet, mit einer Geißel und drei bis wenigen Chromatophoren, die durch eine seitliche Öffnung aus den Zellen austreten. Auch Aplanosporen. Cysten wie die vegetativen Zellen, aber mit derber Membran. Es wird eine Art beschrieben: ***Polychloris amoebicola*** (Zitate wie bei der Gattung), deren Zellen 8–46 μ groß werden und deren Schwärmer 2–4 μ lang sind.

Besser zu streichen. Wahrscheinlich aus der nächsten Verwandtschaft von *Botrydiopsis*, wie dies auch WILLE, PRINTZ, vermuten. Bezüglich symbiontisch lebender Heterococcalen vgl. S. 186.

Coccale Algen, deren Zugehörigkeit zu den Heterokonten fraglich ist.

Saturnella MATTAUCH et PASCHER (1936) (Fig. 770).

MATTAUCH et PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **54** (B) (1936) 413.

Abb.: MATTAUCH et PASCHER, a. a. O. Fig. 2, S. 413; Taf. 11, Fig. 11, 12.

Zellen kugelig bis etwas abgeplattet kugelig, äquatorial mit einer vorspringenden Kante versehen, die dadurch zustande

kommt, daß die beiden Schalen der derbwandigen Membran hier mit ihren vorgezogenen Rändern aneinanderschließen. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig und oft dunkelgrün. Als Assimilat nur Öltropfen beobachtet, die manchmal (vielleicht Degenerationszustand) die Zelle so sehr erfüllen, daß keine anderen Inhaltskörper zu sehen sind. Protoplast von der Membran oft etwas abgehoben. Vermehrung durch Bildung von vier, seltener nur zwei, Autosporen, die bereits innerhalb der Mutterzelle die charakteristische Gestalt und derbe Membran annehmen und durch Auseinanderklappen der Membranschalen der Mutterzelle frei werden.

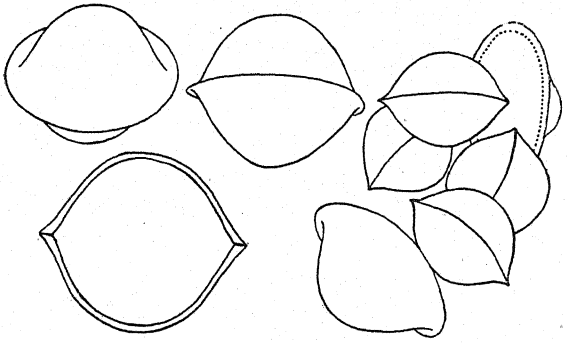


Fig. 770. *Saturnella elegans.*

Saturnella elegans MATTAUCH et PASCHER (1936) Fig. 768. — MATTAUCH et PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **54** (1936) 413.

Abb.: MATTAUCH et PASCHER, a. a. O. (1936) Abb. 2, S. 413.

Zellen 30–38 μ groß.

Vorkommen: Bislang nur aus einer verlandenden Bucht des Hirschberger Großteichgebietes im Sudetenland aus Kolken, Schlenken, *Sphagnum*-Bulten und im Übergang zum Teich; bei p_H-Werten von 4,6–6,8.

Die Zuordnung dieser eigenartigen und auffallenden Alge zu den Heterokonten, die MATTAUCH vornimmt, erscheint mir nicht ganz gesichert. Es kann sich vielleicht auch um eine Protococcale handeln.

MATTAUCH gibt an der gleichen Stelle (S. 413, Taf. 11, Fig. 10) noch eine weitere Heterokonte an, deren kugelige Zellen bis 50 μ groß werden; derbe, manchmal gestreifte Membran, mehrere scheibchenförmige, mehr gegen außen zu gelegene Öltropfen als Reservestoff. Leider konnte keine Vermehrung gesehen werden. Kolke, Schlenken, *Sphagnum*-Bulte wie oben, aber nicht im Übergang zum Teiche. Auch hier ist die Zugehörigkeit zu den Heterokonten nicht völlig sichergestellt.

Auch bei anderen derzeit bei den Protococcalen eingestellten Gattungen wird von einigen Autoren an die Möglichkeit einer Zugehörigkeit zu den Heterokonten gedacht.

So von PRINTZ in bezug auf *Actidesmium*, deren Kolonienbildung dadurch an *Ophiocytium* erinnert, daß auch hier die Tochterzellen sich an der Mündung der entleerten Mutterzelle festsetzen [*Actidesmium* REINSCH, Flora **74** (1891) 444]. Die möglicherweise etwas ungleichen Geißeln (es werden zwei „ziemlich" gleiche Geißeln angegeben) brauchen nicht unbedingt als Heterokontencharakter ausgewertet werden, da wir ja auch dorsiventrale Schwärmer mit zwei ungleichen Geißeln bei typischen Protococcalen kennen.

Auch *Errerella* CONRAD, in: Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. **50** (1913) 242 verdiente noch eine Überprüfung.

Halosphaera SCHMITZ 1878.

Mit dieser planktontischen Meeresalge verbindet sich trotz mehrfacher Angaben über die Entwicklungsgeschichte und Zugehörigkeit eine große Unsicherheit, die aber anders ausgerichtet ist, als bei den bisher erwähnten einzelligen protococcoiden Algen unsicherer Stellung. Als *Halosphaera* hat SCHMITZ eine große, grüne, kugelige Planktonalge des Meeres aus Neapel von bedeutender Größe (bis über $^1/_2$ mm Durchmesser) mit scheibchenförmigen Chromatophoren beschrieben, die zunächst mehr in wärmeren Zonen lebt, aber durch Strömungen regelmäßig auch nach Norden vertragen wird. Für diese Alge gibt SCHMITZ auch verkehrt birnförmige, achsensymmetrische Schwärmer mit zwei Geißeln an, die einer *Pyramidomonas* ähnlich sehen. Die Alge wurde daraufhin immer zu den Chlorophyceen gestellt.

1915, fast gleichzeitig (mit einem kleinen zeitlichen Vorsprung der Arbeit des dänischen Forschers) erscheinen die Arbeiten OSTENFELDS und PASCHERS (Bot. Tidskrift **34** bzw. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1933), mit dem fast völlig übereinstimmenden Ergebnis: *Halosphaera* sei zu den Heterokonten zu rechnen. Nachdem OSTENFELD schon vorher wahrscheinlich gemacht hat, daß *Halosphaera* Silicium in der Membran hat (was von PASCHER bestätigt wird), finden beide wieder die bereits von CLEVE entdeckten zu vielen gebildeten Aplanosporen, die nach OSTENFELD mehr länglich, nach PASCHER mehr kugelig sind (vorausgesetzt, daß es sich um die gleiche Sporenkategorie handelt). Beim Größenwachstum stoßen nach PASCHER die an Größen zunehmenden Zellen die alten Membranen meist in zwei Stücken

ab. Keiner der Autoren konnte Stärke finden. PASCHER sah überdies, daß der ganze Inhalt einer Zelle eine einzige große Spore bilden kann.

Widersprüche ergeben sich aber in der Beschreibung der Schwärmer: SCHMITZ gibt verkehrt birnförmige Schwärmer mit zwei gleichlangen Geißeln an. OSTENFELD und PASCHER kommen aber zu dem Schlusse, daß es sich um Heterokontenschwärmer handle, wobei PASCHER noch zwei ungleiche Geißeln sehen konnte (fixiertes Material). Diese Beobachtung wird noch dadurch unterstrichen, daß auch DANGEARD jun. im Traité d'Algologie 118 Fig. 108 offenbar nach lebendem Material für *Halosphaera* typische Heterokontenschwärmer mit dorsiventralem Bau und ungleichen Geißeln abbildet.

So könnte die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß SCHMITZ der von ihm beschriebenen *Halosphaera* die angegebenen zweigeißeligen Schwärmerstadien irrtümlich zuordnet, und OSTENFELD und PASCHER waren auch dieser Ansicht. Diese Annahme muß aber fallen gelassen werden. MAX HARTMANN hatte die Freundlichkeit mir mitzuteilen, daß an Neapler Material von *Halosphaera* die von SCHMITZ angegebenen Schwärmer wieder gefunden wurden und der Untersucher, Herr Dr. PAETTAU, hatte die Freundlichkeit, mir diese Angabe zu wiederholen und mir auch Photos von den Entwicklungsstadien von *Halosphaera* zu überlassen. Leider liegen aber weder von HARTMANN noch von PAETTAU Abbildungen der von ihnen beobachteten Schwärmer vor. An der Richtigkeit ihrer Angaben kann aber nicht gezweifelt werden.

Diese sich sehr widersprechenden Angaben sind vor der Hand nicht aufzuklären. Es macht mir aber den Eindruck, als bezögen sich diese widersprechenden Angaben nicht auf den gleichen Organismus, sondern auf verschiedene in ihrer äußeren Morphologie einander sehr nahekommenden, systematisch aber sehr verschiedene Algen. Es gibt vielleicht mehrere solche, in ihrer systematischen Stellung aber sehr verschiedene, kuglige planktontische Formen des Meeres. Das wäre nicht verwunderlich. Ich erwähne, daß z. B. eine Heterokonte des Süßwassers, *Botrydiopsis*, die im übrigen wie eine kleine *Halosphaera* aussieht, eine völlige Parallele hat in der Protococcalengattung *Eremosphaera*. Beide Algen sehen sich so ähnlich, daß sie, falls man nicht ausdrücklich auf die Assimilate sieht — *Eremosphaera* hat im Gegensatz zu *Botrydiopsis* Stärke — miteinander verwechselt werden können und, wie ich wiederholt sah, auch verwechselt wurden.

Vielleicht werden und wurden im Falle *Halosphaera* Entwicklungsstadien, die zu verschiedenen, einander sehr konvergenten Algen gehören, irrtürmlich auf eine Art bzw. Gattung bezogen.

Die nächste Aufgabe muß daher sein, die konvergenten *Halosphaera*-artigen Algen des Meeres unter Ausschluß jeder unrichtigen Beziehung in Klonkulturen zu studieren und sie systematisch sauber auseinander zu schälen. Vielleicht wird sich dabei herausstellen, daß auch die von SCHMITZ als *Halosphaera* bezeichnete Form, und nur die hat diesen Namen zu führen, nur das am meisten in die Augen springende, vielleicht aber nicht das charakteristische Stadium ist.

Daß es sich hier um eine Mehrheit einander sehr ähnlicher Algenformen handelt, geht auch daraus hervor, daß als Arten von *Halosphaera* Verschiedenes beschrieben wurde, über dessen ontogonetische und systematische Zugehörigkeit gar keine Klarheit besteht. Es sei auf *Halosphaera vindis* SCHMITZ, *minor* OSTENFELD, *ovata* SCHÜTT, *Pachysphaera* OSTENFELD, *Sphaera* G. KARSTEN verwiesen und auch auf die Beobachtungen (1926) SCHILLERS, (1928), an adriatischem Materiale. (Vergleiche auch OSTENFELD 1928.)

Botryococcus KÜTZING (1849).

Über *Botryococcus* hat Miss BLACKBURN (1937) eine eingehende Studie veröffentlicht, aus der hervorgeht, daß *Botryococcus* Stärke bildet. In Kulturen von *Botryococcus*, die im botanischen Institute der deutschen Universität gehalten werden, konnte VLK die Richtigkeit der BLACKBURNschen Angaben bestätigen. *Botryococcus* ist bei den Chlorophyceen einzustellen. Es gibt aber noch nicht studierte, koloniale Heterokonten, die lebhaft an *Botryococcus* erinnern.

Heterotrichineae PASCHER 1931.

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. 48/II (1931) 324; Arch. Prot. **77** (1932) 327.

Syn.: *Heterotrichales* PASCHER, Hedwigia **53** (1913) 18; Süßwasserfl. **11** (1925) 94. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1927) 310. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 1. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1937) 157; Crypt. Bot. **1** (1938); Wisc. Geol. Nat. Surv. Bull. **57**, Sci. Ser. **12/1** (1920) 86.

Heterokonten, deren behäutete Zellen zu normalerweise einreihigen Zellfäden zusammengeschlossen werden. Die Zellfäden sind (siehe S. 50ff.) im wesentlichen die koloniale Vereinigung polar übereinander gelagerter Autosporen, die, meist zu zweien gebildet, bei ihrem Längenwachstum die alte Mutterzellhaut entsprechend dehnen. Dieser Fall kommt nach unserem Wissen innerhalb der Heterotrichalen nur bei den verzweigten Formen vor. Oder die in die Länge wachsenden Tochterzellen reißen die Mutterzellhaut, oft auf einer bereits früher angelegten Stelle, querdurch (*Heterothrix*, *Bumilleria*). Einen letzten Schritt in dieser Entwicklung stellt *Tribonema* dar, bei dem die Zellmembranen von vornherein zweiteilig sind; hier werden die Halbstücke der Mutterzellhaut durch das Längenwachstum der Tochterzellen, die bereits wieder zweiteilige Membranen haben, auseinander gezogen (S. 52ff.). Fäden nach dem Typus *Ulothrix*, bei dem die Zellwände durch die in die Länge wachsenden Tochterzellen gedehnt, aber nicht querdurch reißen, kennen wir bei den Heterotrichalen noch nicht. Längsteilung der Zellen und damit Maschenbildung oder Gabelung des Fadens nur selten (S. 60, Fig. 47, S. 61, Fig. 48, S. 62, Fig. 49, 50).

Zellen eines unverzweigten Fadens sind in bezug auf Teilung und Schwärmerbildung gleichwertig. Nur bei den festsitzenden, unverzweigten Formen und bei einer festsitzenden, verzweigten Form gliedert sich eine eigene, manchmal morphologisch abweichende Haftzelle aus, die vielfach ein geringeres Teilungsvermögen hat und auch manchmal bald abstirbt.

Die Zellen sind in der Regel einkernig. Es kann aber geschehen, daß bei der Teilung oder Schwärmerbildung die Proteoplastenzerteilung nicht nur in einer Zelle, sondern in einem Faden oder in einer ganzen Watte gehemmt ist. Es entstehen dann vielkernige Ausbildungen[1]).

Verzweigte Ausbildungen bekannt: Entweder aufrecht, bäumchenförmig und mit einer Haftzelle verfestigt, oder mehr oder weniger kriechend und schließlich aufsteigend. Die kriechenden Fäden können durch dichten Zusammenschluß und durch seitliche Verwachsung der Astsysteme völlig parenchymatische Zellflächen bilden, die bei weiterem Wachstum die Herkunft aus Fadensystemen oft nicht mehr erkennen lassen und manchmal auch mehrschichtig werden können (siehe S. 65/66). Diese Krusten haben dann, soweit nicht einzelne Fäden

[1]) Inwieweit hier dauernd vielkernige, fadenförmige Ausbildungen vorhanden sind, bedarf einer eigenen Untersuchung.

vorbrechen, oft ausgesprochenes Randwachstum. Eine Reihe von Formen bildet aus diesen Zellflächen oder den Rändern dieser Flächen noch aufsteigende, verzweigte Fäden (*Aeronemum* siehe S. 1012), oder die Alge bleibt rein sohlen- bis krustenförmig (*Heteropedia* siehe S. 1015).

Verzweigung immer durch seitliches Auswachsen von Fadenzellen unter der oberen Querwand, dann Abgliederung dieses Auswuchses durch eine Scheidewand, worauf diese seitliche Zelle durch Teilungen zu einem Fadenzweig auswächst (siehe S. 63).

Vermehrung durch Schwärmer und Autosporen, sowie auch durch Dauerstadien, von denen Aplanosporen, Cysten, Akineten bekannt sind. Die letzteren können auch zu ganzen Fäden verbunden bleiben (siehe S. 84, Fig. 70 u. Fig. 814/2). Palmelloide Auflösung von Fäden (S. 29) bekannt, ebenso palmelloide Stadien, die aus Schwärmern dieser Fadenalgen gebildet werden können. Zerfall der Fadensysteme speziell bei hierher gehörigen Luft- und Erdalgen. Bei einigen krustenförmigen Algen eine eigenartige Vermehrung dadurch, daß die wenig oder stark angeschwollenen Endzellen von Fadenzweigen sich abrunden und ablösen, worauf die nächst untere Zelle diesen Vorgang wiederholt, während die proximalen Zellen des Fadens durch ihre Teilungen den Faden immer wieder vorschieben (siehe Fig. 863, S. 1017).

Einige Erdalgen neigen, wie dies ja auch bei Fadenausbildungen der Chlorophyceen bekannt ist, dazu, aus der Fadenausbildung wieder in die einzellige heterococcale Ausbildung zurückzukehren (*Heterococcus*-, *Bumilleria*-, *Heterothrix*-Arten).

Die Heterotrichineen stellen kaum phylogenetisch einheitliche Gruppen dar. Sie gehen wahrscheinlich auf verschiedene heterococcale Ausbildungen zurück (vgl. auch VISCHER, 1937, S. 248).

Im Gegensatz zu den Ulotrichalen mit ihrer fast unübersehbaren Formenfülle sind die Heterotrichineen derzeit nur in wenigen Gattungen bekannt, die aber in ihrer Ausbildung stark voneinander abweichen. Im allgemeinen zeigen sie trotz der geringen Zahl der bis jetzt bekannten Formen fast alle Entwicklungsrichtungen, die wir bei den formenreichen Ulotrichineen feststellen können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich die Zahl der bekannten Heterotrichineen sehr rasch erhöhen wird.

Die Artsystematik der Heterotrichineen ist sehr unklar. Die hier getroffene Umgrenzung und Anordnung der Arten hat, von einigen wenigen, morphologisch in einem oder mehreren Merk-

malen scharf umrissenen Arten abgesehen, einen ganz vorläufigen und ausgesprochenen künstlichen Charakter. Vielfach dürfte es sich um aneinanderschließende Klonreihen handeln, die in ihrer Gesamtheit oft eine recht weite Variationsbreite einer „Art" vortäuschen, innerhalb welcher derzeit nach rein äußerlichen Momenten (Fadendicke usw.) Abgrenzungen versucht werden.

Klonstudien stehen aber hier zu allermeist noch aus (Ausnahme *Heterococcus*). An *Tribonema* werden in meinem Institute solche Studien durchgeführt. Hier, wie bei vielen anderen Gattungen wird sich zeigen, daß einander morphologisch sehr nahe stehende oder fast übereinstimmende Arten auf gleiche Außenfaktoren bzw. deren Abwandlung oder deren wechselndes Zusammenwirken morphologisch sehr verschieden reagieren können. Diese verschiedene Reaktionsweise muß dann in durchschlagender Weise für systematische Umgrenzung und Charakterisierung herangezogen werden. Leider wissen wir noch viel zu wenig und leider sind bisher die wenigsten Arbeiten kultiviert worden. Z.T. sind sie nach den heutigen Methoden überhaupt nicht kultivierbar. Dies alles sei hier nochmals hervorgehoben, um den ausdrücklich betonten, noch unbefriedigenden Charakter der vorliegenden systematischen Gliederung zu begründen.

Gliederung der Heterotrichineen[1]:

Unverzweigte Fadenausbildungen[2]. . . . . ***Tribonematales*** (S. 915).
Verzweigte Fadenausbildungen . . . . . ***Heterocloniales*** (S. 991).

Tribonematales.

Fäden normalerweise unverzweigt (von gelegentlichen Längsteilungen der Zellen und daraus folgenden Maschenbildungen und Gabelungen [siehe S. 60ff.] abgesehen), entweder von vornherein frei oder mit einer manchmal gestielten Haftzelle auf der Unterlage angewachsen (und dabei meist früher oder später abbrechend und sich ablösend)[3].

---

[1]) Die Gliederung wird hier der einheitlichen und leichter vergleichbaren Darstellung halber nach jenen Grundsätzen durchgeführt, die bereits bei den Ulotrichineen verwendet wurden.

[2]) Vgl. das in seiner Stellung ganz unsichere *Psephonema* (S. 990).

[3]) Vgl. auch die in bezug auf ihre Verwandtschaft derzeit noch unsicheren Fadenalgen *Pirula* (S. 1022) und *Psephonema* (S. 990).

I. H-Stücke (siehe S. 53ff.) der Membran nicht vorgebildet[1]), Fadenenden nicht „zweispitzig", Trennung der Zellhaut in zwei Hälften erst bei der Vermehrung; soweit bekannt, nicht festgewachsene Fäden ohne Haftzelle . . . . . ***Heterotrichaceae*** (S. 916).
  1. Fäden bei normaler Ausbildung ganz gleichmäßig gebaut.
    A. Zellwand zart bis fest, ohne derbe Gallerthülle **Heterothrix *1*** (S. 917).
    B. Fäden mit mächtiger Gallerthülle[2]). . . . **Neonema *2*** (S. 929).
  2. Fäden dadurch gegliedert, daß zwischen je zwei oder vier Zellen die bei der Zellteilung auseinander gewichenen, deutlichen H-Stücke der Mutterzellhaut eingekalkt sind[3])[4]) . . . . . .**Bumilleria *3*** (S. 932).

II. H-Stücke der Membran nicht erst bei der Vermehrung, sondern schon an den vegetativen Zellen deutlich differenziert[5]), abgebrochene Fäden „zweispitzig" (siehe Fig. 808) endend, meist mit einer Haftzelle festsitzend, später abbrechend . . . . . ***Tribonemataceae*** (S. 939).
eine Gattung . . . . . .**Tribonema *4*** (S. 939).

Heterotrichaceae.

Nicht festgewachsene (soweit bekannt) Fäden, deren Zellmembran nicht von vornherein aus zwei Hälften besteht. Erst bei der Vermehrung trennt die Membran sich quer in zwei, oft ungleiche Halbstücke, die, soweit sie benachbarten Zellen angehören, mit ihren Bodenflächen zu den bekannten H-Stücken verwachsen sind. Solche Fäden lösen sich also bei der Schwärmerbildung in leere H-Stücke auf. Bei einer Gattung (*Bumilleria*, S. 932) H-Stücke zwischen je 2, meistens aber 4 Zellen hervortretend, bei einer anderen Gattung Membranbau infolge reicher Gallertausbildung ungeklärt (*Neonema*, S. 929).

Fäden bei manchen Arten sehr zum Zerfall und Auflösung in Einzelzellen neigend (vielleicht im Zusammenhang mit der Tatasche, daß viele Formen auch als Erdalgen leben).

Sicher formenreiche Familie, von der derzeit nur drei Gattungen mit wenigen Arten bekannt sind. Sicher sind mehr Gattungen vorhanden, als derzeit beschrieben sind.

---

[1]) Entscheidung bei oberflächlicher Beobachtung nicht immer leicht, man studiere zunächst den Membranbau von *Tribonema* mit seinen H-Stücken.

[2]) Verwechslung mit *Geminella* (Chlorophycee) leicht; man achte bei *Neonema* auf Stärkemangel und die Scheibchenchromatophoren.

[3]) Bei oberflächlicher Beobachtung mit *Binuclearia* (Stärke!) zu verwechseln.

[4]) Neigt zum Fadenzerfall.

[5]) Bei oberflächlicher Beobachtung Verwechslung mit *Microspora* (Stärke!), einer Ulotrichalen, möglich.

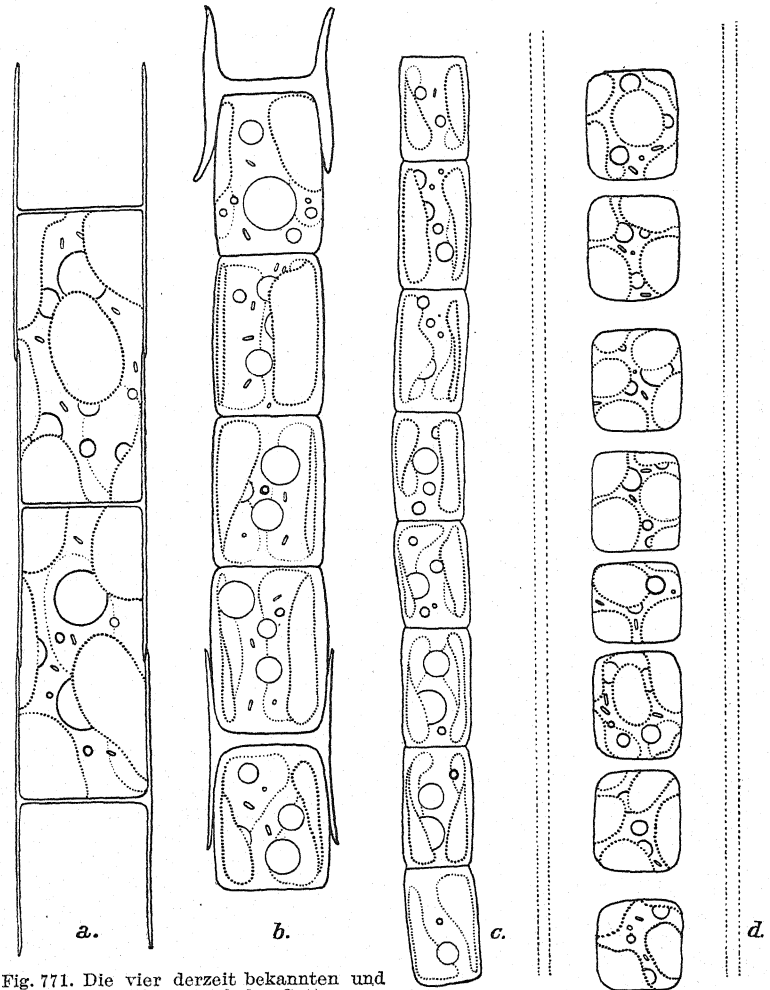


Fig. 771. Die vier derzeit bekannten und unverzweigten Heterotrichalen-Gattungen: *a Tribonema* (*intermixtum*), *b Bumilleria* (*sicula*), *c Heterothrix* (*ulotrichoides*), *d Neonema* (*quadratum*)

1. Heterothrix Pascher (1932) (Fig. 771 *c*, 773–782).

Name von ἕτερος = verschieden; ἡ θρῖξ = das Haar.

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 344, 350. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 493. — Vischer, W., Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 376.

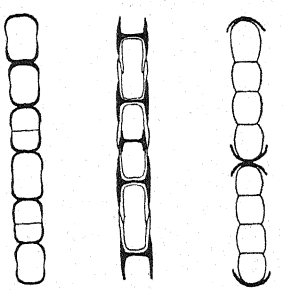


Fig. 772. Membranschema der drei Gattungen: *Heterothrix*, *Tribonema*, *Bumilleria* (nach Vischer).

Syn.: *Bumilleria* z. T. KLEBS, Bed. Fortpflanz. **376** (1896) 393; und die späteren Autoren. — *Tribonema*, z. T. (*T. quadratum*) PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 95.

Normalerweise unverzweigte, soweit bekannt, nicht festgewachsene Fäden, die entweder einzeln leben, leichte Überzüge (Erdalgen) oder blaßgrüne bis lichtgrüne Strähne und Flöckchen (Wasserformen) bilden. Fäden gerade oder leicht gekrümmt, bei den Erdformen mit der Neigung, in Einzelzellen zu zerfallen. Zellen zylindrisch bis schwach tonnenförmig, gerade, oder gelegentlich gekrümmt; bei normaler Ausbildung mit zarter, einheitlicher Membran, die erst vor der Teilung sich in zwei, oft ungleiche Hälften differenziert, welche sich bei der Schwärmerentleerung voneinander trennen. H-Stückbildung an den Zellwänden infolgedessen erst spät (Unterschied gegenüber *Tribonema*). Chromatophoren einer, zwei bis zahlreiche. In den beiden ersten Fällen mehr mulden- und rinnen-, im letzten Falle scheibchenförmig.

Vermehrung durch Bildung von Schwärmern, die in den nicht vergrößerten Zellen meist zu zwei bis vier gebildet werden und oft sehr amöboid sind. Nebengeißel meist kurz. Stigma vorhanden oder fehlend. Aus den Schwärmern entwickeln sich kugelige bis ellipsoidische Zellen, welche nicht anhaften und kein Stielchen bilden. Aus diesen Zellen entwickeln sich durch Teilung die Fäden. Gelegentlich bilden diese einzelligen Stadien gleich wieder Schwärmer. Daneben bei manchen, besonders den Erdformen, ausgiebige Vermehrung durch Fadenzerfall, ja, unter Umständen völlige Auflösung der Fäden in die Einzelzellen, ohne daß dabei besondere Veränderungen der Zellhaut feststellbar sind.

Dauerstadien: Aplanosporen einzeln oder zu zweien gebildet, ferner derbwandige Akineten, die direkt aus den vegetativen Zellen entstehen und manchmal zu mehreren verbunden sind (Fig. 69, S. 84). Gelegentlich kann ein ganzes Fadenstück zu einer einheitlichen Fadenakinete werden. Bei einigen Formen fadenakinetenartige Stadien bekannt, bei denen die verdickte Membran aber mehr gallertig bleibt (siehe Fig. 69*a*, *b* S. 84). Palmelloide Auflösung der Fäden wahrscheinlich, aber noch nicht beobachtet. Einige Formen vertragen vielleicht direktes Austrocknen.

Die Arten der Gattung *Heterothrix* gingen, soweit bekannt, als *Bumilleria*. Eine sichere *Heterothrix*-Art hielt ich zunächst für eine *Tribonema*.

Heterothrix kann, worauf VISCHER besonders aufmerksam gemacht hat, bis zu einem gewissen Grade als eine fadenförmige Weiterentwicklung *Bumilleriopsis*-artiger Zellen betrachtet werden, um so mehr, als bei manchen *Bumilleriopsis*-Arten oft zwei bis vier Zellen im fädigen Verband bleiben.

Heterothrix kann bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit *Tribonema* oder auch mit *Bumilleria* verwechselt werden, falls hier die eingeschalteten, sonst derben Halbstücke recht schwach entwickelt sind und anliegen. Die Formen mit einem Chromatophoren haben weitgehende Parallelen unter den Chlorophyceen, z. B. *Gloeotila*, *Stichococcus*[1]), *Hormidium* und manche *Ulothrix*-Arten. (Achtung auf Stärke!) Auch dünnfädige *Microspora*-Arten können als *Heterothrix* angesprochen werden. Einzellige Ausbildungen sehen einzeln lebenden *Stichococcus*-Zellen unter den Grünalgen, wie auch Zellen von *Monallantus*, *Ellipsoidion* unter den Heterococcalen zum Verwechseln ähnlich.

Zu *Heterothrix* gehören die häufigsten Erdalgen, die wir kennen, die auch bis 15 cm in die Tiefe dringen können (*H. exilis*, *stichococcoides*, *ulotrichoides*, *Bristoliana*). Die Wasserformen sind wahrscheinlich deshalb, weil sie mit anderen Fadenalgen verwechselt werden, recht wenig bekannt.

Bestimmungsschlüssel der einigermaßen bekannten Arten[2]):

I. Meist nur ein Chromatophor[3]), Zellen 2–3 μ dick, mehrmals länger als breit **Heterothrix stichococcoides *1.***

II. Meist 2 bis mehrere Chromatophoren.
  1. Zwei Chromatophoren.
    A. Fäden bis 5 μ dick[4]).
      a) Chromatophoren deutlich, Schwärmer ohne Stigma **Heterothrix exilis *2.***
      b) Chromatophoren undeutlich, Schwärmer mit Stigma **Heterothrix debilis *3.***

---

[1]) Es ist nicht ausgeschlossen, daß eine oder die andere *Stichococcus*-Art zu *Heterothrix* gehört, oder daß *Heterothrix*-Arten als *Stichococcus* bestimmt werden. Es wird nicht immer leicht sein, im Einzelfalle z. B. *Stichococcus mirabilis* und *Heterothrix* zu unterscheiden.

[2]) Einzelne Fäden oder Zellen übergehe man.

[3]) Es gibt auch noch andere, noch unbeschriebene oder wenig gesehene, sehr dünne Arten, mit einem Chromatophoren, deren Zellen immer kurz sind (siehe Fig. 781 *c*, *e*, S. 929).

[4]) Im Wasser lebt eine Art mit meist sehr langen Zellen und zwei langen Chromatophoren (siehe Fig. 781 *d*, S. 929).

B. Fäden 8–10 μ dick . . . . . **Heterothrix ulotrichoides** 4.

2. Mehrere scheibchenförmige Chromatophoren [1]).

A. Fäden 4–6 μ dick, Zellen mehr gestreckt **Heterothrix Bristoliana** 5.

B. Fäden um 10–15 μ dick.

a) Zellen länger als breit, bis 13 μ dick **Heterothrix tribonemoides** 6.

b) Zellen meist so hoch wie breit, ca. 10 μ dick **Heterothrix quadrata** 7.

1. Heterothrix stichococcoides (Fig. 773).

Kurze, zwei- bis achtzellige gerade oder geknickte, auch gekrümmte, ungemein leicht zerfallende Fäden bildend, deren Zellen oft sehr ungleich sind. Zellen walzlich, wenn ausgewachsen, bis dreimal so lang als dick, seltener gerade, meistens leicht gekrümmt, oft einseitig ausgebaucht oder unregelmäßig und dann gekrümmte, sehr ungleichmäßige Fäden bildend. Membran sehr zart, vielleicht mit einer zarten Schleimhülle. Chromatophor einer, mulden- bis rinnenförmig, wandständig, oft gelappt,

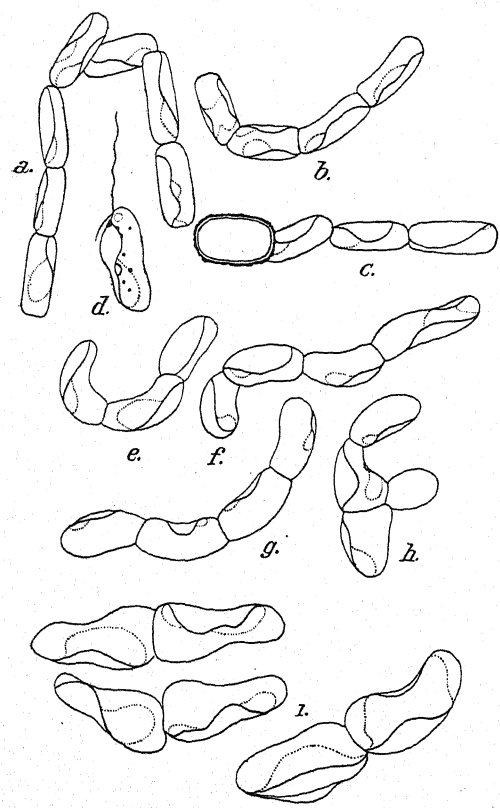


Fig. 773. *Heterothrix stichococcoides: a–c* kurzfädige, regelmäßige Stadien, bei *c* Akinete, *d* Schwärmer, *e–h* durch einseitiges Wachstum der Zellen unregelmäßig gekrümmte Fäden, *i* unregelmäßige, sich voneinander lösende Zellen (stärker vergrößert).

[1]) Vgl. auch S. 963 die Figuren 1–3 nach Hollerbach, die zwei Formen mit zwei Chromatophoren darstellen, welche wohl nicht mit den Arten ab 5 zusammengehören.

nicht selten sehr klein und blaß. Bei der Schwärmerbildung teilt sich die Membran in zwei oft sehr ungleiche Hälften. Die in der Ein- oder Zweizahl gebildeten Schwärmer mehr gestreckt, mit einem bauchständigen, manchmal auch binnenständigen Chromatophor. Stigma einer, bis anderthalbmal körperlangen Hauptgeißel und einer nur ein Viertel so langen Nebengeißel. Als Dauerstadien nur derbwandige Akineten beobachtet.

Zellen 2–3 μ dick, bis 8 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht verbreitete, aber niemals sehr häufige Erdalge, die auch direktes Austrocknen verträgt. Aus den sandigen Böden um Hirschberg, in einer etwas derberen Form aus einer Erdprobe aus der Sahara (von Prof. HARDER zur Verfügung gestellt). Ist vielleicht schon als *Stichococcus* angesprochen worden.

Vielleicht wird diese Art nach genaueren Studien als eigene Gattung herausgestellt werden müssen.

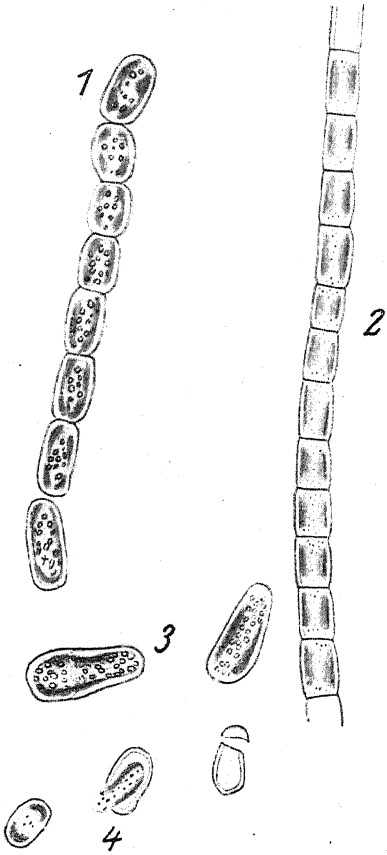
2. Heterothrix exilis PASCHER (1932) (Fig. 774, 777*b*).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 345. — JAMES, Beih. Bot. Centralbl. **53** (1935) 542.

Syn.: *Bumilleria exilis* KLEBS, Bed. Fortpflanz. (1896) 389. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 111. — BOYE PETERSEN, Bot. Tidskrift **42** (1932) 27 — nicht aber im Sinne HOLLERBACH (1936); BRISTOL ROACH (1920) und CHODAT (1913).

Abb.: KLEBS, a. a. O. (1926) Taf. 2, Fig. 15–20. — PASCHER (1925) Abb. 90. — BOYE PETERSEN, a. a. O. (193) Fig. 6. — JAMES, a. a. O. (1935) Fig 10*F–J*, S. 541.

Typische Erdalge. Fäden oft sehr kurz und brüchig und sehr zur Auflösung in Einzelzellen neigend. Membran meistens sehr zart, doch gelegentlich derber (vielleicht verschiedene Rassen), vielleicht auch mit leichter Gallerthülle. Chromatophoren zumeist in der Zweizahl, mehr muldenförmig, oft sehr ungleich und manchmal gelappt. Zellen walzlich, kaum tonnenförmig, an den Querwänden etwas eingezogen. Schwärmer meist in der Zweizahl gebildet. H-Stücke meist mit ziemlich gleichen Halbstücken. Schwärmer sehr formveränderlich, gestreckt, mit zwei Chromatophoren, ohne Stigma und ungefähr anderthalbmal körperlanger Hauptgeißel. Nebengeißel recht kurz. Akinetenbildung sehr häufig. Akineten ziemlich feste, mehrgliedrige Verbände bildend, doch auch einzeln gebildet. Aus den Akineten gehen Schwärmer, oder aber ein einzelliger, behäuteter Keimling hervor, welcher die derbe Akinetenhaut in zwei unregelmäßige



Stücke auseinanderreißt. Palmelloide Stadien wahrscheinlich.

Zellen 3,5–4,5 μ dick, 6–8 μ lang.

Vorkommen: Vorherrschend Erdalge. Nach BOYE-PETERSEN vielleicht die häufigste Bodenalge, die bis über 10 cm in die Tiefe vordringen kann. Im Wasser kultiviert bildet sie zarte schwimmende Flöckchen.

Als *H. exilis* bzw. „*Bumilleria*" *exilis* wurden von den verschiedenen Forschern sehr verschiedene Arten bezeichnet. (Es erscheint mir nicht ausgemacht, ob die von HOLLENBACH 1936, Taf. 3, Fig. 19, 20 als „*Bumilleria*" *exilis* angegebene Form hierhergehört.)

Fig. 774. *Heterothrix exilis*: 1. Faden in Auflösung, wahrscheinlich im Beginn der Akinetenbildung. — 2. Normaler, vegetativer Faden. — 3. Akineten. — 4. Keimung derselben (nach KLEBS).

3. Heterothrix debilis VISCHER (1936) (Fig. 775, 776)

VISCHER, W., Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 379.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1936) Fig. 2, S. 376.

Der vorhergehenden Art sehr nahestehend. Kurze bis vielzellige Fäden bildend. Zylindrische, nur leicht aufgetriebene Zellen mit zarter Membran. Chromatophoren meistens zwei, meist undeutlich. Schwärmer zu zweien bis mehreren gebildet, stark amöboid mit einem oder meist zwei Chromatophoren, deutlichem Stigma, überkörperlanger Haupt- und kurzer Nebengeißel. Wandhalbstücke einer Zelle oft sehr ungleich, demnach auch die H-Stücke mit ungleichen Hälften.

Zellen 4–5 μ dick, 5–10 μ lang.

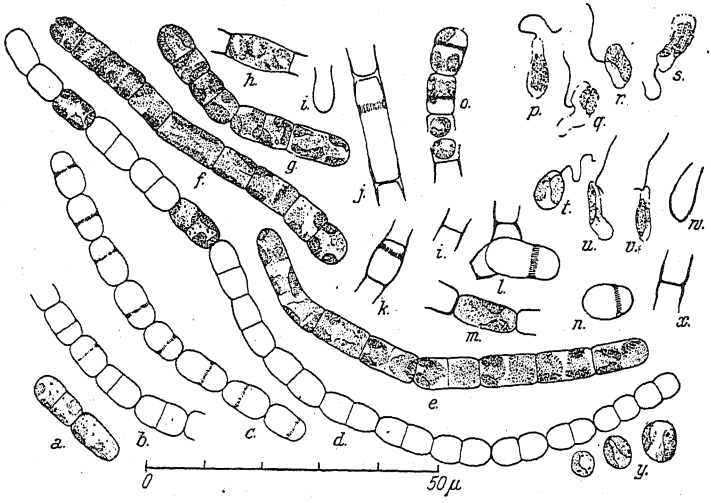


Fig. 775. *Heterothrix debilis: a–g* kürzere oder längere Fädenverbände, z. T. in Teilung, an manchen Zellen bei *c* die Quergrenze der nicht vorgebildeten H-Stücke der Membran angedeutet. Das gleiche bei *j, k. i, l, x* die nach der Schwärmerentleerung oder Verjüngung voneinander getrennten H-Stücke, *p–v* Schwärmer (nach W. VISCHER).

Vorkommen: Bis jetzt aus einem stehenden Gewässer Basels. Befindet sich in Kultur (Basel 50, Prag). Bildet auf Agar flache, grüne Kulturen, die im Alter verblassen. Mit Zucker kultiviert, mehr gelbgrün werdend, wobei sich die Kultur etwas aufwölbt.

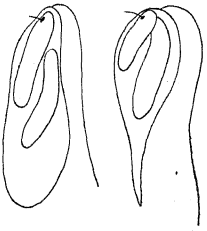


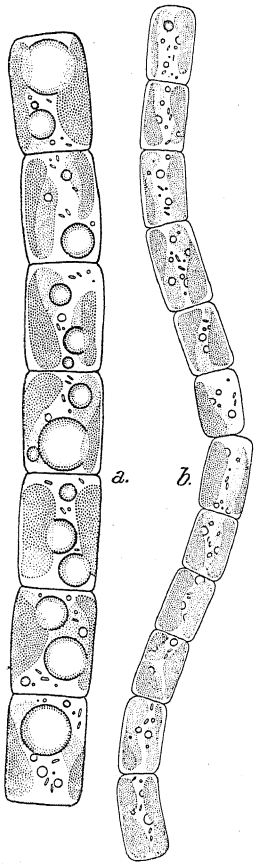
Fig. 776. *Heterothrix debilis:* Schwärmer.

4. Heterothrix ulotrichoides PASCHER (1932) (Fig. 777*a*).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 345.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1932) Fig. 22, S. 341.

Erdalge. Kurze, wenigzellige, meist eigentümlich starre Fäden bildend, die bis 16 Zellen haben, daneben zwei- oder wenigzellige Fäden sehr häufig. Zerfall in die Einzelzellen sehr leicht einsetzend. Gekrümmte Fäden ziemlich selten. Zellen recht regelmäßig walzlich bis ganz leicht tonnenförmig und an den Querwänden leicht eingezogen, mit ziemlich derber, aber nicht dicker Membran. Chromatophoren zwei, muldenförmig, seiten- und oft gegenständig, oft sehr ungleich. Gelegentlich der eine oder der andere Chromatophor schief bandförmig. Schwärmer zu zwei bis vieren gebildet, sehr amöboid, mit zwei bis drei Chromatophoren, Stigma, etwas über körperlanger Hauptgeißel



und ziemlich langer Nebengeißel. Als Dauerstadien Akineten (siehe Fig. 69 *a*, S. 84) mit derber, oft ungleichmäßiger Membran beobachtet, die oft einseitige, zapfenartige Verdickungen haben. Auch zwei- bis mehrzellige Fadenakineten beobachtet. Bei der Keimung bilden sich in den Akineten auch Schwärmer, die gelegentlich vollständig amöboid austreten können.

Zellen 9–12 μ dick, bis 16 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht seltene, mehr auf sauren Böden vorkommende Alge. Zarte Überzüge an einer Straßengrabenwand bei den Bärischen Teichen im Erzgebirge; in einer etwas kurzzelligen Form vom Rande eines Tümpels im Kiefernwalde bei Straßdorf bei Niemes (Sudetenland).

Heterothrix ulotrichoides sieht einer *H. exilis* oder *H. debilis* mit doppelter Fadendicke ähnlich. Arten, die sich fast nur durch die doppelte oder mehrfache Größe von anderen, morphologisch weitgehend übereinstimmenden Arten unterscheiden, kommen bei den Heterokonten öfters vor.

Fig. 777. *Heterothrix: a ulotrichoides, b exilis.*

5. Heterothrix Bristoliana (Fig. 778).

Syn.: *Bumilleria exilis* Bristol Roach, Ann. Bot. **34** (1920) 48. — Vielleicht auch Chodat, Mon. alg. pur. (1913) 181.

Abb.: Bristol Roach, a. a. O. (1920) Fig. 1. — Vielleicht auch Chodat, a. a. O. (1913) Fig. 155, S. 183[1].

Vorherrschend Erdalge. Meist kurze, wenigzellige, sehr brüchige Fäden bildend. Zellen meist zwei- oder mehrmals länger als dick, mit ziemlich derber Membran. Fäden an den Querwänden wenig bis ziemlich deutlich eingeschnürt, wobei die Zellen regelmäßig bis etwas unregelmäßig eiförmig sein

[1] Möglicherweise bezieht sich hierher Hollerbachs Fig. 22, Taf. 3. — [Act. Inst. Bot. Acad. Sci. U. R. S. S., Ser. 2, **3** (1935) als *Tribonema tenerrimum* bezeichnet.]

können. Chromatophoren vier bis zwölf, meist acht oder zehn, doch in der Zahl recht schwankend, nicht selten eine eigenartige, trübgrüne Färbung zeigend. Schwärmer zu 2–8 gebildet, meist mit zwei Chromatophoren (vielleicht Stigma), einer eineinhalbkörperlangen Haupt- und stummelförmiger (?) Nebengeißel. Akinetenbildung beobachtet, gelegentlich auch Fadenakineten, vielleicht auch palmelloide Lager.

Zellen 4–6 μ dick, 10–15 μ lang.

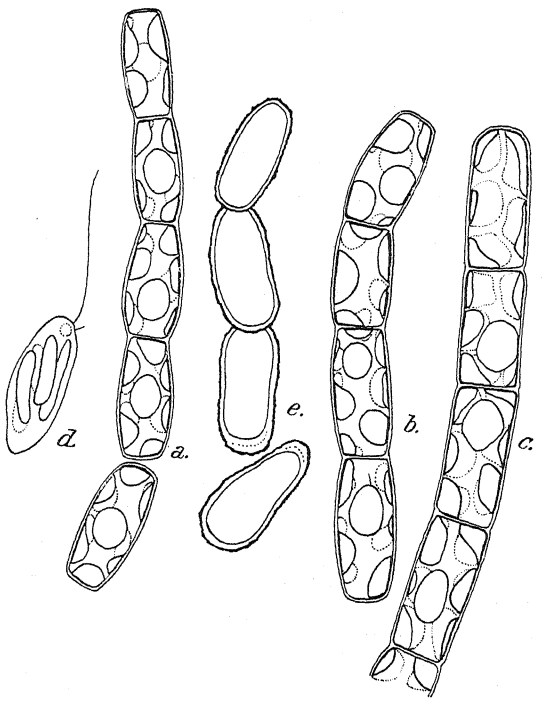


Fig. 778. *Heterothrix Bristoliana: a, b* die gewöhnlich vorkommenden, sich leicht in ihre Einzelheiten auflösenden kurzen Fadenstücke, *c* sehr seltene und nur bei großer Feuchtigkeit vorkommende Ausbildung, *e* Akinetenverband und Einzelakinete; *d* Schwärmer.

Vorkommen: Nicht sehr häufige Bodenalge. Von Bristol-Roach zuerst aus Lehmboden kultiviert. Kann, soweit ich sah, kaum sichtbare, grüne Auflagen auf nackter Erde bilden. Vielleicht kalkholde Form.

Gleichmäßige, wenn auch nur bruchstückartig gefundene Fäden, können *Stichococcus mirabilis* recht ähnlich sehen. Es müßten wohl alle *Stichococcus*-Arten nochmals auf die Möglichkeit, daß Heterokonten mit hereinbezogen wurden, überprüft werd

Vielleicht gehört in die weitere Verwandtschaft von *H. Bristoliana* jene *Heterothrix*-Art, die HOLLERBACH [Act. Inst. Bot. Acad. Sci., Ser. II, **3** (1936) 275] als *Bumilleria exilis* beschreibt und auf Taf. 3, Fig. 19, 20 abbildet. Es handelt sich

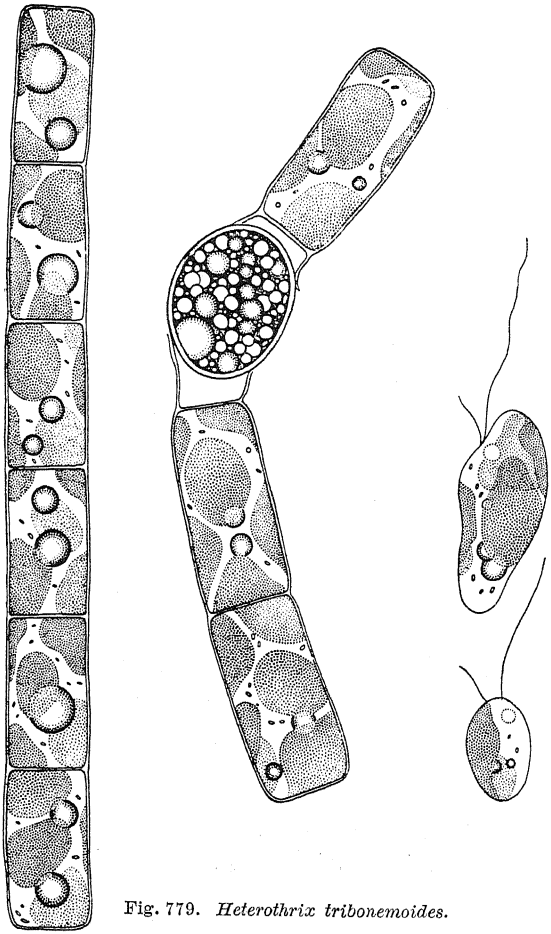


Fig. 779. *Heterothrix tribonemoides.*

um kurze Fäden mit leicht tonnenförmigen Zellen, die normalerweise vier kleine Chromatophoren haben und ungefähr anderthalbmal so lang wie dick sind. Doch kommen auch kürzere Zellen vor (siehe unsere Fig. 778). Die Zellen messen 3,6–4,2 μ in die Dicke, 6–7,5 μ, doch auch bis 16,7 μ in die Länge. Bodenalge, bei p_H-Werten von 5–6,4.

6. Heterothrix tribonemoides (Fig. 779, 781 *a*, *b*).

Kurze, starre, leicht brüchige Fäden, mit schön zylindrischen bis ganz leicht aufgetriebenen oder taillenförmig eingezogenen Zellen, die eineinhalb- bis einunddreiviertelmal so lang wie dick sind. Membran relativ fest, manchmal direkt derb. Chromatophoren fünf bis acht, seltener mehr, auffallend groß und scheibchenförmig. Schwärmer zu zwei bis acht gebildet, in der Größe sehr schwankend, mit einem bis vier Chromatophoren, ohne Stigma, mit anderthalbmal körperlanger Hauptgeißel und einer Nebengeißel, die ungefähr ein Viertel der Hauptgeißel mißt. Von Dauerstadien große, innerhalb der Zelle in der Einzahl gebildete Cysten beobachtet, deren Keimung nicht gesehen wurde. Daneben auch Fadenzerfall mit leichter Verdickung der Membranen gesehen (Fig. 781 *b*).

Zellen 12–15 μ, selten bis 18 μ dick.

Vorkommen: Alge stehender Gewässer, die auch auf feuchtem Boden sich halten kann. Buhnen der Moldau hinter Königsaal bei Prag. — Eine derbwandige Form vom Hirnsenerteiche bei Leipa im Sudetenland.

Diese Art verhält sich zur *Heterothrix Bristoliana* wie *H. ulotrichoides* zur *H. exilis*. Die Art erscheint mir durch die eigenartig steifen Fäden, die auffallend großen, scheibchenförmigen Chromatophoren und ihre Größe gut charakterisiert.

7. Heterothrix quadrata (Fig. 780).

Syn.: *Tribonema quadratum* Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 107.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 88 (sehr schlechte Figur).

Wasseralge. Mit nicht leicht brüchigen Fäden, die dunkelgrüne Flöckchen bilden. Zellen zylindrisch bis ganz leicht aufgetrieben, mit zarten bis derben Wänden, die an den Querwänden leicht eingezogen sind. Zellen kaum länger als breit, mit 5 bis zahlreichen, scheibchenförmigen Chromatophoren, die in ihrer Größe, oft innerhalb des gleichen Fadens, sehr schwanken. Schwärmer zu 2–4 gebildet, meist mit mehreren Chromatophoren und Stigma, anderthalbmal körperlanger Hauptgeißel und einer Nebengeißel, die ungefähr ein Drittel der Hauptgeißel mißt. Als Dauerstadien nur kurze Fäden gesehen, die derbere, leicht gequollene, fast leicht gallertige Quer- und Längswände haben, nicht aber den Fadenakineten der Erdformen entsprachen (vielleicht wenig variable Alge).

Zellen 10–14 μ, meistens 12 μ dick.

Vorkommen: Anscheinend wärmeliebende Form; an Teichufern, Altwässern, Tümpeln, als sehr lockere, lichtgrüne Flöckchen. Beim Austrocknen grüne Überzüge bildend, zwischen denen sich die erwähnten kurzen Fadenstücke mit den gequollenen Membranen bilden. Die von mir in der Süßwasserflora angegebene Aplanosporenbildung bezieht sich, wie ich nachträglich feststellen mußte, auf ein mit *H. quadrata* vorkommendes *Tribonema*.

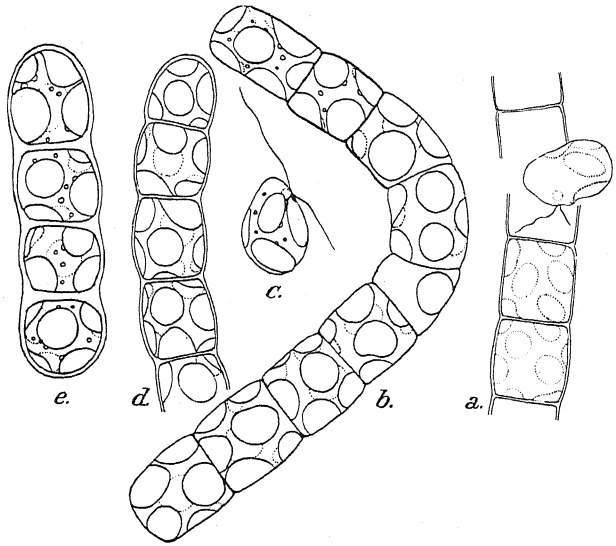


Fig. 780. *Heterothrix quadrata: a, b* mehr regelmäßige Ausbildung, bei *a, c* Schwärmer, *d* vielleicht Übergang zur Akinetenbildung, *e* kurzer Akinetenfaden, doch mit relativ weicher, gallertiger Membran.

Neben diesen genauer erfaßbaren *Heterothrix*-Arten kenne ich noch weitere Formen, die ich wegen zu geringer Kenntnis nicht genau beschreiben kann. Von ihnen seien hier erwähnt:

Eine Form (Fig. 781 *d*) besitzt sehr gestreckte Zellen, die vier- bis sechsmal so lang als dick sind. Meist sind zwei große, blasse, mehr bandförmige Chromatophoren vorhanden. Schwärmer zu zweien bis vieren gebildet, ohne Stigma, mit einem bandförmigen, meist binnen- und mehr bauchständigen Chromatophoren, ohne Stigma. Hauptgeißel eineinhalbmal körperlang, Nebengeißel sehr kurz. Dauerstadien nicht gesehen. Wasseralge, in stark durchwärmten Wiesengräben.

Fäden (Fig. 781 *c*) etwas schleimig, nicht leicht brüchig, aus kurzen, fast quadratischen Zellen, die an den Querwänden etwas

eingezogen sein können, bestehend. Membran sehr zart, meist leicht verschleimt. Ein großer, rinnen- bis gürtelförmiger, doch nicht ringförmig geschlossener, meist recht blasser Chromatophor, der nicht selten starke Einschnürungen zeigt und dann förmlich in zwei bis mehrere Scheibchen zerfällt. Schwärmer und Dauerstadien nicht gesehen. Zellen 8–11 μ dick. Aus kleinen Wassertümpeln am Ameringkogel-Weißenstein in Kärnten (Obdacher Sattel, bei 2000 m).

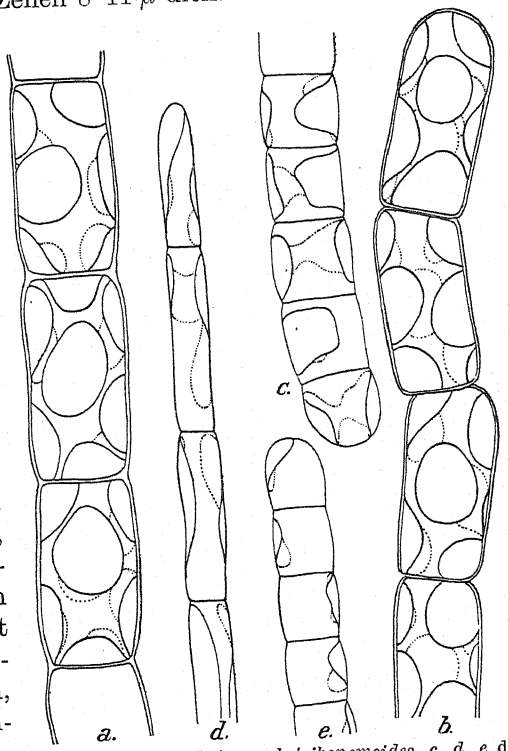


Fig. 781. *Heterothrix: a, b tribonemoides, c, d, e* die noch zu wenig bekannten, ab Seite 928 behandelten Formen.

Schließlich sei eine letzte Form (Fig. 781 e) erwähnt, die der vorstehenden etwas ähnlich sieht, aber deutlich dünner ist, wobei die Zellen im Durchschnitt etwas länger sind als bei der vorhergehenden Art. Membran ungemein zart. Chromatophor einer, in der Form eines kleinen seitenständigen Plättchens entwickelt (oft sehr blaß). Schwärmer einmal gesehen, mit einem kleinen, binnenständigen Chromatophoren, etwas über körperlanger Hauptgeißel und bis ein Drittel davon messender Nebengeißel. Kein Stigma. Schwärmer daher *Chloromeson*-artig (siehe S. 219). Zellen ungefähr 8 μ dick und ebenso lang, manchmal kaum merklich länger. Fäden vereinzelt zwischen *Oedogonium*-Watten beobachtet, die ein Altwasser der Traun, Gau Oberdonau, überzogen.

2. Neonema Pascher (1925) (Fig. 782–786).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 112; Arch. Prot. **77** (1932) 345, 350. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 493.

Syn.: *Bumilleria* pro parte West, W. und West, G., Journ. Bot. 41 (1903) 77; Treat. Brit. Freshw. Algae (1904) 258.

Fäden oft sehr lang, nicht brüchig, meist lockere und leicht trennbare, schleimige, gelbgrüne Watten bildend, die besonders zur kalten Jahreszeit (die Alge ist wahrscheinlich oligotherm) auftreten. Fäden mit einer dicken Gallerthülle versehen, in der die zunächst fast kugelig bis kurz ellipsoidischen, wenn ausgewachsen mehr kurzzylindrischen Zellen reihenförmig liegen, wobei die Abstände zwischen den einzelnen Zellen (wahrscheinlich entsprechend der Teilungsfolge) verschieden groß sind. Gallerte bis auf den Umstand unstrukturiert, daß um jede Zelle eine differenzierte Gallertschicht liegt und entsprechend den Teilungen zwei, seltener vier Zellen von den entsprechend gedehnten, nur wenig deutlichen und verschwindenden Gallertmembranen der Mutterzellen umgeben sind. Gallertmantel meistens sehr dick, oft auf jeder Seite den Querdurchmesser der Zellen messend. Fäden meist gerade, seltener gekrümmt, soweit beobachtet, nicht festgewachsen. Zellen von einer oft sehr zarten Spezialmembran umgeben, mit meist mehreren bis zahlreichen, scheibchenförmigen Chromatophoren. In den Zellen kleine, starkglänzende Gallertkörperchen. Rote Exkretöltropfen nicht beobachtet. Bei einer Art Schwärmer mit zwei bis mehreren Chromatophoren, mit Stigma und sehr ungleichen Geißeln. Keimung nur sehr wenig bekannt. Die Schwärmer kommen sehr bald zur Ruhe, umgeben sich mit einem Gallerthof. Es konnte nur die Bildung von 2–4zelligen Fäden aus den Schwärmen gesehen werden.

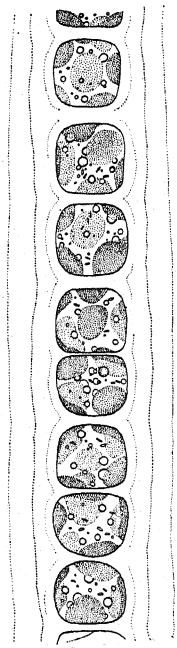


Fig. 782. *Neonema quadratum.*

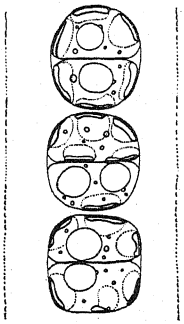


Fig. 783. *Neonema quadratum* nach Material, gesammelt von Fott, aus den Karpathen.

Gelegentlich verlieren die Zellen die reihige Anordnung. Dabei können sie sich weiter teilen und es entstehen palmelloide oder *Gloeocystis*-artige Stadien. Die Zellen können (siehe Fig. 785) akinetenartig werden. Die Membran ist dabei sehr derb und rauh; durch „Verflüssigung" der Gallerte werden die Akineten frei.

Unvollständig beobachtete, bis jetzt nur von wenigen Standorten bekannte Alge, die zuerst aus Cornwall beschrieben wurde. Die Alge erinnert in der Anordnung ihrer Zellen und der Gallerthülle etwas an *Binuclearia* oder Stadien von *Geminella*.

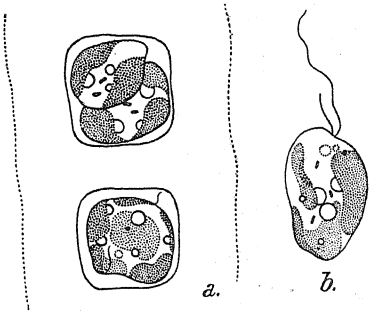
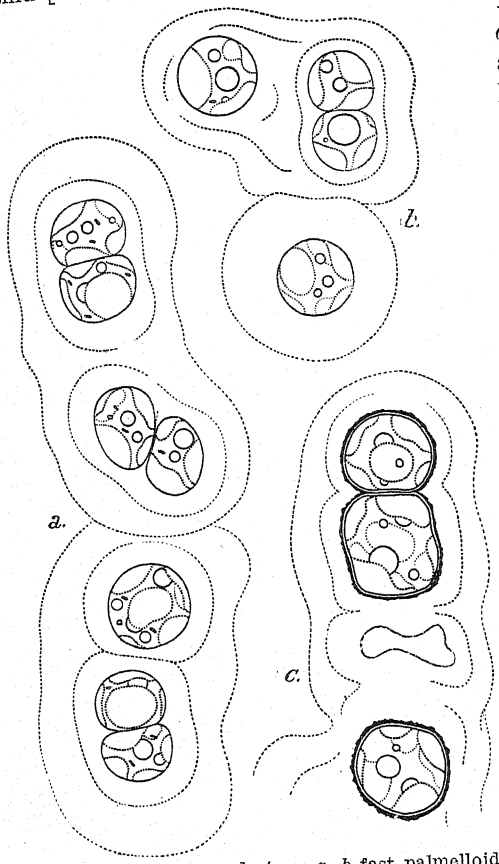


Fig. 784. *Neonema quadratum:* Schwärmerbildung und Schwärmer.

Es kann die Möglichkeit nicht ganz ausgeschaltet werden, daß in *Neonema* vielleicht eine Heterocapsale vorliegt, deren Zellen reihenweise in Gallertschläuchen zu Kolonien vereinigt sind [ähnliche Formen bei Chrysocapsalen (*Phaeosphaera*), oder Tetrasporalen (*Palmodactylon*)]. Ich sah aber an den lebenden Zellen keine kontraktilen Vakuolen, was gegen die Auffassung von *Neonema* als Heterocapsale spricht. Die Alge muß völlig neu studiert werden.



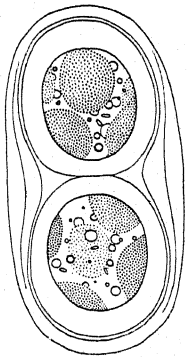


Fig. 786. *Neonema quadratum:* Gloeocystis-artiges, aber noch fadenförmiges Stadium.

Fig. 785. *Neonema quadratum: a, b* fast palmelloide Ausbildung, die z. T. noch den fädigen Charakter erkennen läßt, bei *c* einzelne Zellen in Akineten umgewandelt.

Zwei Arten bekannt, von denen die eine noch sehr wenig beobachtet ist:

Neonema pumilum PASCHER (1925).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 112; Arch. Prot. **77** (1932) 345. — *Bumilleria pumila* WEST, W. u. WEST, G., Journ. Bot. **41** (1903) 77. — WEST, Treat. Brit. Freshw. Algae (1904) 258. — HEERING, Mitt. Hamb. wiss. Staatsinst. **23**, Beih. 3 (1906) 145.

Abb.: WEST, a. a. O. (1904) Taf. 446, Fig. 22, 23. — (1903), a. a. O. (1904) Fig. 124*j*, S. 257. — HEERING, a. a. O. (1906) Fig. 42. — PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 91. — (nicht PASCHER 1932).

Zellen sehr klein mit mehreren Chromatophoren, 4,8–5,7 μ breit und 5–6 μ lang. Bis auf die geringe Größe wie *N. quadratum*.

Vorkommen: Bis jetzt in der typischen Form nur aus Cornwall (Senens) bekannt.

Neonema quadratum PASCHER (nomen 1932) (Fig. 782–786).

PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 348; Süßwasserfl. **11** (1925) 112 nomen.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1932), Fig. 25, 26, 27, 28*d* (als *Neonema pumilum* bezeichnet).

Im allgemeinen wie *Neonema pumilum*, vielleicht mit deutlicher geschichteter Gallerte. Die in der Gattungsbeschreibung gemachten Angaben über Schwärmer, Palmellen und Akineten beziehen sich auf diese Art.

Zellen sehr gleichmäßig, 9–11 μ messend.

Vorkommen: Bis jetzt aus den Uralpen: Gräben in Stuben am Arlberg, und aus der Hohen Tatra (Jamsko pleso, 1444 m) (leg. FOTT) bekannt.

Diese Alge wurde in meiner Arbeit von 1932 als *N. pumilum* bezeichnet, während ich im Jahre 1925 unter dem Eindruck der bedeutenderen Größe der Zellen den Namen *Neonema quadratum* gebrauchte. Es scheint mir aber bei den bedeutenden Größenunterschieden in den Zellen richtig, die beiden Formen als zwei Arten zu führen.

3. Bumilleria BORZI (1888) (Fig. 769*b*, 787–791).

Name nach einem Freunde BORZIS, der Pflanzenliebhaber war.

BORZI, Notarisia **3** (1888) 351; Stud. Algol. **2** (1897) 185. — WILLE, Nat. Pflanzenfam., 1. Aufl. (1897) 85. — KLEBS, Bed. Fortpflanz. (1896) 376. — HEERING, Mitt. Hamb. Bot. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 141. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 108. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 159. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 493. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 406. — BLACKMAN et TANSLEY, New Phytol. **1**

(1902) 57. — Alle diese Zitate mit Ausschluß *Bumilleria exilis* = *Heterothrix exilis* und *Bumilleria pumilum* = *Neonema pumilum*. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 340, 349 nicht *Bumilleria* im Sinne von WEST, Treat. Brit. Freshw. Algae **1** (1904) S. 258 und WEST und FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1927) 312.

Syn.: *Hormotheca* BORZI in MARTEL, Contr. alla conosc. Alg. ital. — Ann. Inst. Bot. Rom. **1** fasc. **2** (1885) 12.

Nicht sehr lange bis kurze, leicht brüchige Fäden, die in der Weise eigenartig gegliedert sind, daß zwischen je zwei oder vier zylindrischen Fadenzellen dünne bis sehr derbe, manchmal geschichtete H-Stücke eingeschaltet sind, die den benachbarten Zellen anliegen oder etwas von ihnen abstehen und manchmal auffallend gelb oder rötlich gefärbt sind. Die Fadenzellen haben zunächst eine einheitliche, meist zarte Haut, die erst bei der Teilung der Zelle oder bei der Schwärmerentleerung in zwei gleiche oder ungleiche Teile zerrissen wird, von denen jeder Teil mit der Querwand verbacken ist mit der Querwand des benachbarten Membranhalbstückes. (Die Fadenzellen von *Bumilleria* sind im Prinzip so gebaut wie bei *Heterothrix*.) Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig und wandständig, bei einer Art bandförmig schief durch die Zelle laufend und ebenfalls manchmal zerteilt (Fig. 79, S. 96). Chromatophoren verdickt oder unverdickt. Von KORSCHIKOFF werden (1930) Pyrenoide für eine Art, die leider nicht bezeichnet wird, angegeben (siehe Fig. 88*A*, S. 101).

Bei der Teilung der Zellen bilden sich zwei, doch meist vier übereinanderstehende Tochterzellen, wobei die Membran der Mutterzellen in zwei Hälften zerspalten wird, die die Enden des neuen zwei- oder vierzelligen Fadenstückes begrenzen. Gelegentlich nicht Quer-, sondern Längsteilung der Zellen und Gabelung der Fäden (Fig. 789, 2). Längsteilung der Protoplasten auch bei manchen Arten vor der Schwärmerbildung. Die zu zweien oder vieren gebildeten Schwärmer werden ebenfalls durch zweiklappiges Aufreißen der Mutterzellhaut frei. Sie besitzen einen bis mehrere Chromatophoren und zwei sehr ungleiche Geißeln. Bei den bisher bekannten Arten fehlt das Stigma, oder es ist nur in der Form eines gelblichen Fleckens vorhanden. Die Schwärmer bilden kugelige bis ellipsoidische Zellen, durch deren Teilung zwei- bis vierzellige junge Fäden entstehen, deren Enden von den zwei Membranhälften des einzelligen Keimlings begrenzt ist. Auch junge Fäden sind nicht festgewachsen, sondern frei. Die jungen behäuteten Zellen können aber auch sofort wieder ausschwärmen,

oder aber zwei oder vier behäutete Zellen liefern, welche nicht fadenförmig angeordnet sind und durch weiteres gleiches Verhalten einen unregelmäßigen Haufen runder Zellen liefern können, deren Zugehörigkeit zu *Bumilleria* zunächst nicht erkennbar ist. Früher oder später entwickeln die Zellen eines solchen Haufens Schwärmer oder keimen jede für sich zu einem Zellfaden aus. Ausgiebige Vermehrung auch durch vollständigen Fadenzerfall in Einzelzellen. Die Schwärmer können auch gallertumhüllte kugelige Stadien liefern, durch deren Teilung kleine Gallertlager mit *Gloeocystis*-artiger Gallertschichtung entstehen können.

Als Dauerstadien bisher bekannt derbwandige Akineten, die direkt aus den Fadenzellen entstehen, sich entweder voneinander trennen oder miteinander verbunden bleiben (Fig. 70, S. 84). Auch Fadenakineten bekannt (Fig. 71, S. 84). Bei der Keimung bilden diese Akineten entweder Schwärmer oder einen einzelligen Keimling, der zu einem Faden auswächst. Hierbei wird die derbe, oft rot gefärbte Wand der Akineten in zwei, oft sehr ungleiche Teile zerrissen.

Die Kopulation von Schwärmern, die Borzi für *Bumilleria* angibt, bezieht sich nicht auf diese Alge. Die Gameten (Fig. 18 bis 21 der Borzischen Tafel Nr. 17) haben zwei gleiche Geißeln und gehören sicher zu einer Chlorophycee.

Bumilleria kann bei oberflächlicher Beobachtung mit *Binuclearia* (Achtung auf Stärke) verwechselt werden. Gelegentlich sind auch bei *Tribonema* zwischen mehreren vegetativen Zellen derbere H-Stücke eingeschaltet. Nach Ausscheidung von *Bumilleria pumila* (siehe *Neonema*) und *B. exilis* (siehe *Heterothrix*) erscheint die Gattung sehr natürlich.

Bei *Bumilleria* ist der Teilungsvorgang nochmals genau zu studieren; ebenso die Frage nach den Pyrenoiden.

Alle Bumillerien sind Erdalgen, die oft deutlich grüne Überzüge bilden und auch einige Zentimeter in die Erde eindringen. Im Wasser bilden sie sehr leicht zerfallende, kleine Flöckchen.

I. Chromatophor einer, bandförmig, manchmal zerteilt **Bumilleria spirotaenia 1.**

II. Mehrere scheibchenförmige Chromatophoren.

1. Fäden höchstens 10 μ dick . . . . . **Bumilleria Klebsiana 2.**
2. Fäden über 15 μ (vielleicht bis 20 μ) dick . . **Bumilleria sicula 3.**

1. Bumilleria spirotaenia Pascher (1932) (Fig. 787, 788).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 342.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) Fig. 23, 24, S. 342, 343.

Sehr brüchige Fäden, deren Zellen bis viermal so lang als dick werden und eine sehr zarte Membran haben. Fäden an den Querwänden leicht, oft stark eingezogen, so daß es dann sehr leicht zu Fadenzerfall kommt. Eingeschobene H-Stücke meist sehr derb und anliegend. Chromatophor schmal und bandförmig, schief schraubig die Zelle auskleidend und nicht selten in mehrere Stücke zerteilt (siehe Fig. 79, S. 96). Schwärmer meist zu zweien gebildet; ohne Stigma mit bandförmigen, binnenständigen Chromatophoren, anderthalb körperlanger Haupt- und um drei Viertel kürzerer Nebengeißel. Die Schwärmer bilden kugelige bis ellipsoidische Keimlinge, die direkt zu Fäden auswachsen oder aber nach Abrundung und Geißelverlust gallertumhüllte Zellen, durch deren Teilung es zu *Gloeocystis*-artigen

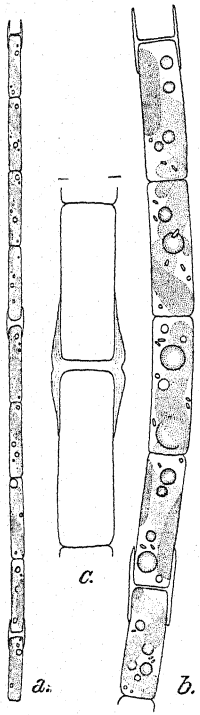


Fig. 787. *Bumilleria spirotaenia: a, b* bei verschieden starker Vergrößerung, *c* eingeschaltetes, derbes *H*-Stück.

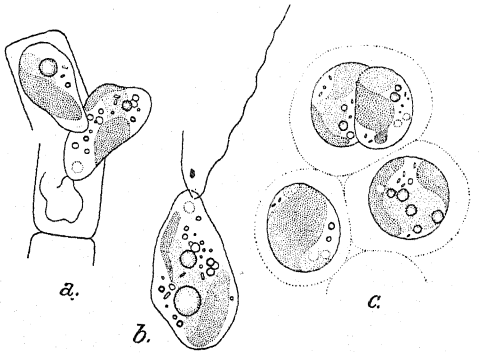


Fig. 788. *Bumilleria spirotaenia: a* Schwärmerbildung, *b* Schwärmer, *c* palmelloide Ausbildung.

Gallertlagern kommen kann. Solche Gallertlager können auch durch Fadenzerfall entstehen. Vermehrung in diesen Stadien so mächtig, daß Gallertklümpchen bis zu 1 mm Größe entstehen können. Akineten bis jetzt nicht beobachtet.

Zellen bis 5 μ dick, 15–20 μ lang.

Vorkommen: Als grüne Überzüge und Gallertklümpchen an einer schlammigen Uferstelle der Elbe bei Lissa.

Die Alge kann bei ihrer Kleinheit infolge der Eigenart ihrer Chromatophoren mit *Spirogyra* verwechselt werden. Achtung auf die H-Stücke.

2. Bumilleria Klebsiana Pascher (1932) (Fig. 789).

Pascher, Arch. Prot. **97** (1932) 342.

Syn.: *Bumilleria sicula* im Sinne von Klebs, Bed. Fortpflanz. (1896) 376. — Chodat, Mon. d'Alg. Cult. pur. (1913) 180. — Boye-Petersen, Bot. Tidskrift **42** (1932) 27.

Abb.: Klebs, a. a. O. (1896) Taf. 2, Fig. 9–14. — Boye-Petersen, a. a. O. (1932) Fig. 7. — Chodat, a. a. O. (1913) Fig. 154, S. 182. — Pascher, a. a. O. (1932) Fig. 22*a*, S. 341; Süßwasserfl. **11** (1925) Fig. 90, S. 111 (Kopie nach Klebs). — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) Fig. 163*A*, S. 494.

Erdalge, doch auch in stehenden Gewässern. In feuchter Kultur zarte, hellgrüne Flöckchen bildend, die sich infolge der Brüchigkeit der Fäden bei der Entnahme völlig zerteilen. Zellen etwas länger, bis höchstens 2mal so lang als dick, meist deutlich an den Querwänden eingezogen, mit meist ziemlich derber Membran. H-Stücke meist nicht sehr auffallend, zart bis derb, manchmal etwas abstehend, mit oft sehr ungleichen Hälften. Chromatophoren lange Zeit nur zwei, später vier, vor der Teilung 8–16, oft sehr ungleich groß und ohne besondere Verdickung (ob immer?). Schwärmer meist zu zweien gebildet, sehr formveränderlich, meist mit zwei oder auch mehreren, doch auch nur einem Chromatophoren, mit etwas überkörperlanger Haupt- und sehr kurzer Nebengeißel, ohne Stigma. Fadenzerfall in Einzelzellen sehr häufig. Längsteilung nicht selten (Gabelungen siehe Fig. 785*c*). Bildung von Akinetenverbänden und Fadenakineten. Akineten meist mit derber, oft einseitig stark verdickter Membran (siehe Fig. 70, S. 84). Einmal auch Sporenbildung innerhalb der Zellen beobachtet. Palmellastadien nicht gesehen. Ebensowenig Haufenbildung von kugeligen Einzelzellen.

Zellen 8–10 μ dick, 15–18 μ lang.

Vorkommen: Erdalge, die vorherrschend auf lehmigen, vielleicht kalkhaltigen Böden vorkommt und stark sauere Böden zu meiden scheint. Deutschland wiederholt; Basel; mehrfach in Böhmen; Dänemark, Lettland (Skuja), um Riga und an anderen Orten verhältnismäßig häufig.

3. Bumilleria sicula Borzi (1885) (Fig. 790, 791).

Borzi, Stud. Alg. **2** (1885) 186. — Heering, Jahrb. Hamb. Bot. Staatsanst. **26**, Beih. 3 (1906) 143. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 111. — Wille, Nat. Pflanzenfam., 1. Aufl., Teil 1, Abt. 2, **3** (1897) 85.

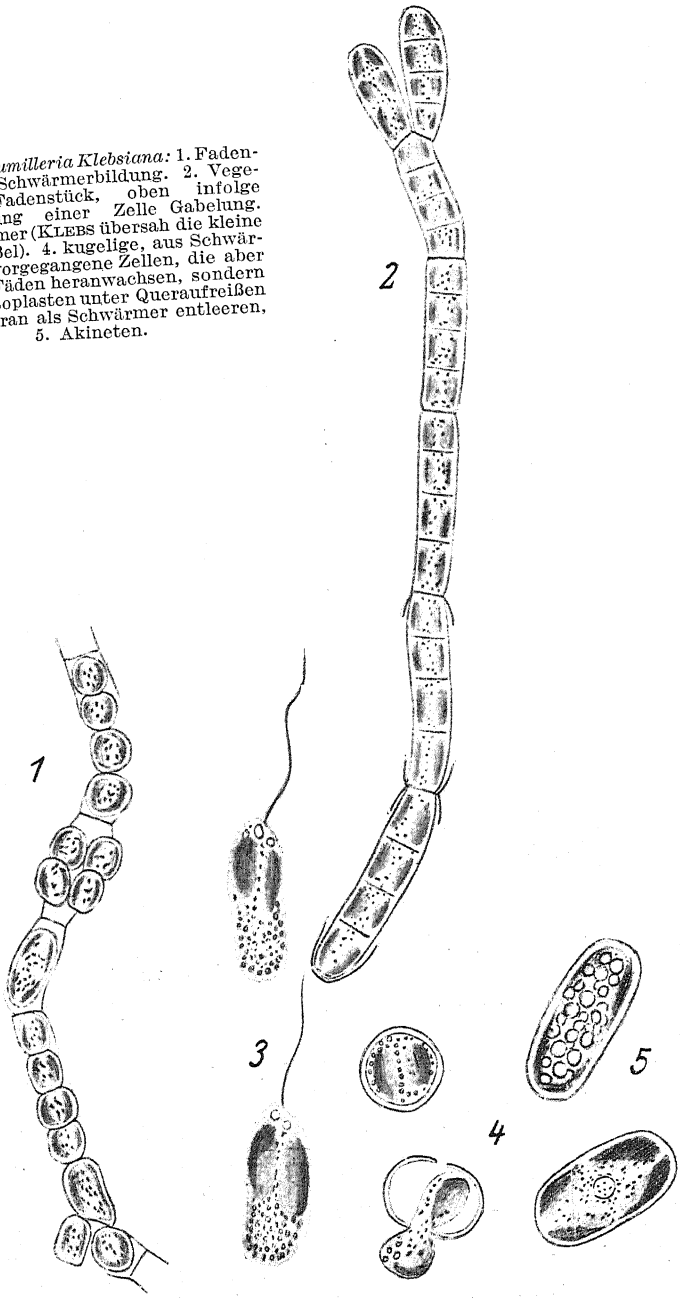
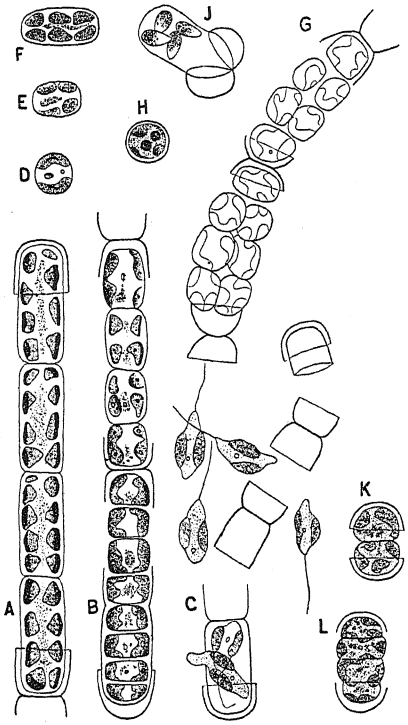


Fig. 789. *Bumilleria Klebsiana:* 1. Fadenstück in Schwärmerbildung. 2. Vegetatives Fadenstück, oben infolge Längsteilung einer Zelle Gabelung. 3. Schwärmer (KLEBS übersah die kleine Nebengeißel). 4. kugelige, aus Schwärmern hervorgegangene Zellen, die aber nicht zu Fäden heranwachsen, sondern ihren Protoplasten unter Queraufreißen der Membran als Schwärmer entleeren, 5. Akineten.

Abb. Borzi, a. a. O. (1885) Taf. 16, 17, ausschl. Fig. 18–21. — Heering, a. a. O. (1906) Fig. 40*a*, *b*, S. 141 (nach Borzi). — Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 89, S. 110. — Wille, Nat. Pflanzenfam., 1. Aufl., 1. Teil, 2. Abt. (1897) Fig. 49, S. 83 (ausschl. *K*, *L*)[1]. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., 3 (1927) Fig. 310, S. 405 (ausschl. *K*, *L*). — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1935) Fig. 103, S. 159.



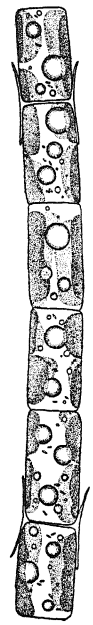


Fig. 791. *Bumilleria sicula*

Fig. 790. *Bumilleria sicula*. — *a* vegetativer Faden, *b* Teilungsstadium, *c* Schwärmerbildung (Nebengeißel nicht eingezeichnet), *d*, *e*, *f* Keimungsstadien der Schwärmer (nach Handzeichnungen von Borzi aus Wille, Natürliche Pflanzenfamilien, Nachträge, von Wille als *B. Borziana* bezeichnet).

---

[1]) Wille hat diese Form als *Bumilleria Borziana* (in der Figurenerklärung zur zitierten Figur) bezeichnet und diese Bezeichnung hat sich in den späteren Ausgaben der Nat. Pflanzenfamilien erhalten, ohne daß eine Beschreibung dazu zu finden ist. Auch H. Printz, dem ich sehr für diese Auskunft danke, weiß nichts von einer Beschreibung. Ich kann keine Unterschiede zwischen dieser von Wille nach Zeichnungen Borzis gegebenen Fig. 5, und den Figuren Borzis in den Stud. alg., finden. Leider hat Wille keine Vergrößerung angegeben. Die Teilfigur *K*, *L* geben bei Borzi Chlorophyceengameten wieder, die nichts mit *Bumilleria* zu tun haben.

Alge im allgemeinen wie *B. Klebsiana*, doch vielleicht noch leichter zerfallend; mit meist sehr zarter Membran und häufig anliegenden H-Stücken. Chromatophoren zunächst nur zwei, im Gegensatz zu *B. Klebsiana* sehr rasch auf acht ansteigend. Schwärmer mit meist zwei, manchmal binnenständigen Chromatophoren und kurzer Nebengeißel, die etwas länger zu sein scheint als bei *B. Klebsiana*. Anstatt des Stigmas kleine, gelbe Körnchen, ähnlich wie bei *Polyedriella* (siehe S. 569, Fig. 422). Längsspaltung der Fäden sehr häufig vorkommend. Akinetenbildung und Fadenakineten beobachtet (Fig. 71, S. 84). Palmelloide Stadien von mir gesehen, ebenso *Botryochloris*-artige Haufen aus kugeligen Zellen.

Zellen 15–18 μ dick, anderthalb- bis zweimal so lang.

Vorkommen: Nach meinen Beobachtungen mehr südliche Form, die ich wiederholt aus Istrien und Dalmatien sah; von Borzi in Sizilien auf feuchtem Tonboden bei Milazzo studiert. Doch auch Lettland, wenn auch selten. Wahrscheinlich kalkhold.

Zu streichen ist:

Bumilleria bodanica Schmidle [Allg. Bot. Zeitschr. (1905/06) 65]. Die ganz unzureichende Beschreibung (Fäden kurz, 12 μ breit, Zellen mit abgerundeten Ecken, in der Länge sehr variabel, 8–60 μ lang, mit einem bis sechs, fast ringförmigen Chromatophoren ohne Pyrenoide. Ein Zellkern) läßt die Zuordnung zu fast allen bekannten Tribonematalen zu, vorausgesetzt, daß es sich überhaupt um eine Heterokonte handelt.

Tribonemataceae.

Membran der Fadenzellen von vornherein aus H-Stücken, die manchmal sehr stark verdickt sein können, zusammengesetzt. Abbruchstellen der Fäden immer zweispitzig (gabelig) endend. Im übrigen siehe die Beschreibung der einzigen Gattung, in welche, wohl zu Unrecht, alle bis jetzt bekannten Arten zusammengefaßt werden.

4. Tribonema[1]) Derbès et Solier (1856) (Fig. 792–835).

Name von τρίβω = ich reibe; το νῆμα = der Faden.

Derbès et Solier, Mem. sur quelques points de la physiologie des Alques-Suppl. Compt. rend. 1 (1856) 18. — Hazen, Mem. Torr. Bot. Club

[1]) Die Gattungsbenennung ist recht verwickelt. Hazen (1902), Heering (1906) haben die Geschichte der Nomenklatur dieser Gattung behandelt. *Conferva* umfaßte zunächst fast alle fädigen, z. T. auch verzweigten, grünen Algen. Dann wird der Name *Conferva* von Rabenhorst (1863) auf unverzweigte grüne Algen eingeengt. Schon 1856 haben aber Derbès und

11 (1902) 81. — WEST, Treat. Brit. Freshw. Algae, 1. Aufl. (1904) 255. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsinst. **23**, Heft 3 (1906) 125. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 95; Arch. Prot. **77** (1932) 348. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 492. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) 406. — SMITH, G. M., Wisc. Geol. Nat. Hist. Surv. **57**, Sci. Ser. **12/1** (1920) 87; Freshw. Algae U. S. A. (1933) 157; Crypt. Bot. **1** (1938) 177.

Syn.: *Conferva* im Sinne LAGERHEIMS Flora **72** (1889) 209 — BLACKMAN et TANSLEY, New. Phyt. **1** (1902) 57. — COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 15; nicht *Conferva*[1]) aller älteren Autoren z. T. — *Psichohormium* KÜTZING, Linnaea **17** (1843) 90, z. T.

Fäden einzeln oder in festsitzenden Strähnen, die glatt oder kraus sein können, oder, abgelöst von der Unterlage, in treibenden Flöckchen bis Watten, gelbgrün bis dunkelgrün. Fäden normalerweise unverzweigt, zunächst mit einer Haftzelle festsitzend, welche (in seltenen Fällen) direkt der Unterlage aufsitzt oder ein kürzeres oder längeres Stielchen entwickelt hat. Haftzelle bei manchen Arten lange lebensfähig, bei anderen bald absterbend. Fäden durch Abbrechen früher oder später freiwerdend. Obere Endzelle der Fäden abgerundet oder mit einem kürzeren oder längeren Spitzchen versehen. Zellen der Fäden zylindrisch oder aber früher oder später in der Mitte leicht bis stark aufgetrieben, so daß der Faden dann an den Querwänden eingezogen erscheint. Fäden mit stark aufge-

---

SOLIER die Formen der H-Stückmembranen als *Tribonema*, vielleicht ganz im Sinne unserer Gattung herausgehoben. Wegen des ähnlichen H-Stückbaues der Membran wurden aber dann vielfach Arten der Gattung *Microspora* oder die ganze Gattung *Microspora* dazugestellt. Umgekehrt hat wieder WILLE (1879, 1883) beide Gartungen, *Microspora* und *Tribonema*, als eine Gattung vereinigt „*Conferva*" und damit diesen Namen wieder, aber in einem ganz anderen Sinn, aufgegriffen. Die saubere Trennung der zur jetzigen Gattung *Tribonema* gehörigen Arten und der Gattung *Microspora* führte erst LAGERHEIM (1887) durch. Dabei verwendete er aber den Namen *Conferva* im Sinne des heutigen *Tribonema* und führte damit zu allem noch eine dritte Verwendung des Namens *Conferva* ein. Dieser Wirrwarr um den Begriff des Namens *Conferva* löste dann HAZEN im Jahre 1902 dadurch, daß er auf den im Jahre 1856 von DERBÈS und SOLIER eingeführten Namen *Tribonema* zurückgriff und ausschließlich für das verwendete, was wir heute unter *Tribonema* verstehen, also im hier angewendeten Sinne. Der Name *Microspora* wird jetzt ausschließlich auf die bis zu einem gewissen Grade zu *Tribonema* parallele Grünalgengattung beschränkt, während der jetzt so vieldeutige Name *Conferva* in allerletzter Zeit glücklicherweise meist nicht mehr gebraucht wird.

[1]) Siehe vorstehende Anmerkung Seite 939/40.

triebenen Zellen ergeben oft krause und wirre Watten oder Strähne.

Membran der Zellen immer von vornherein bereits aus zwei, meist gleichen Halbstücken zusammengesetzt, die in der auf S. 53ff., 127ff. angegebenen Weise, soweit sie zwei benachbarten Zellen angehören, zu den bekannten H-Stücken verbunden sind[1]). Diese H-Stücke, besonders bei zartwandigen Formen, oft ohne Präparation nicht leicht sichtbar; bei derbwandigeren Formen oft sehr deutlich. Die Ränder der H-Stücke schließen in den allermeisten Fällen dicht aneinander, in manchen Fällen aber stehen sie etwas ab. H-Stücke bei derbwandigen Formen oft schon ohne Präparation Schichtung zeigend. Querwände zwischen den aufeinanderstoßenden Zellen meist recht verschieden dick, was besonders bei den dickhäutigen Arten recht auffallend sein kann (Fig. 792). Membran manchmal leicht bis vollständig verschleimend (siehe unten Palmellastadien!). Nicht selten sind die Membranen stark eiseninkrustiert.

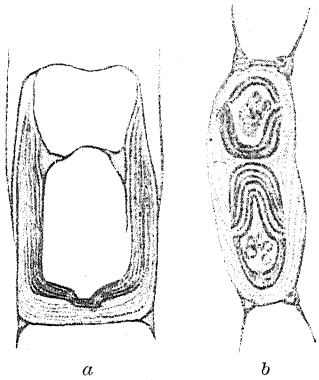


Fig. 792. *a Tribonema* spec. — Eine Zelle, knapp nach der Teilung mit kleinem eingeschalteten H-Stück. Beachte die Schichtung der in der Zeichnung ausgeführten unteren Membranhälfte. Die Schichten entsprechen den Zuwachszonen (nach BOHLIN). *b Tribonema* spec. — Eine Zelle mit Membranfärbung, beachte die Schichtung der Membranhalbstücke der Mutterzelle und des neugebildeten H-Stückes zwischen den beiden Tochterzellen. Diese noch nicht gestreckt (nach (BOHLIN).

Teilen sich die Zellen solcher Fäden, so schieben sich zwischen die eiseninkrustierten H-Stücke farblose H-Stücke ein, die erst später vereisent werden. Solche Fäden zeigen ein eigenartig gegliedertes Aussehen. Ebenso kann sich an den Zellen Kalk, oft zugleich mit Eisenoxydhydrat niederschlagen, diese Zellen können dann von mächtigen (manchmal braun gefärbten) Mänteln umgeben sein (Fig. 793). Kommt es dann zu Teilungen, so schieben sich zwischen die kalkumgebenen H-Stücke die jungen, kalkfreien, nicht inkrustierten H-Stücke ein. Solche Fäden erhalten dann ein perlschnurartiges Aussehen. Diese Stadien kommen nicht nur bei *Tribonema*, sondern auch bei

[1]) Über das Längenwachstum, das durch Einschub fingerlingartiger Membranschichten erfolgt, siehe die Darstellung auf S. 127.

anderen Algen vor und wurden früher als Gattung *Psichohormium* KÜTZING zusammengefaßt[1]). Siehe auch S. 1065 u. Fig. 912.

Chromatophoren einer bis viele. Bei einem oder zwei Chromatophoren ist die Form muldenförmig bis rinnenförmig. Die Unterscheidung, ob ein oder zwei Chromatophoren, ist oft sehr schwer, da auch ein einziger Chromatophor, wenn er reifenförmig entwickelt ist, dann zwei Chromatophoren vortäuschen kann, wenn auf die zusammenneigenden Längsränder

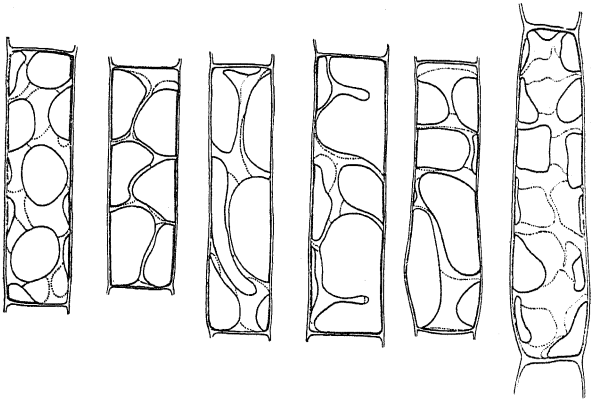


Fig. 794. *Tribonema vulgare.* — Verschiedene Ausbildung der Chromatophoren. Zum Teil Teilungsstadien.

Fig. 793. *Tribonema spec.* — „Psichohormium"stadium. Bestimmte Zellen stark kalk- und eiseninkrustiert. Infolge der Teilungsvorgänge werden durch die eingeschobenen Tochterzellen die inkrustierten Zellen in gleichen Abständen voneinander gerückt.

eingestellt wird. Nur durch sorgfältigstes Auf- und Niedergehen ist die Form des oder der Chromatophoren zu erschließen. In langen Zellen können der oder die beiden Chromatophoren bandförmig sein und oft schief die Zelle durchziehen. Bei einer Form mit einem Chromatophoren ein Pyrenoid vorhanden. Zwei Chromatophoren oft gegenständig. Sind mehrere Chromatophoren vorhanden, so haben sie Scheiben- bis

[1]) Es ist noch nicht geprüft, inwieweit immer Bakterien Anteil an diesen Auflagerungen haben. (Siehe CHOLODNY, 1922, S. 324.) Die inkrustierten Zellen zeigen einen pathologisch veränderten Zustand, der aber, solange er nicht zu weit vorgeschritten ist, die Teilung nicht verhindert.

Scheibchenform. Von diesen Ausbildungen sind Pyrenoide noch nicht bekannt. Die Scheibchen sind kreisrund bis ellipsoidisch, manchmal bandförmig verzogen. Bei einigen Arten sind die Chromatophoren mehr in der Form von manschettenförmigen Querbändern ausgebildet. Im übrigen wechselt die Zahl und die Form. Die Form ist in hohem Grade vom Zustande der Alge abhängig und kann im „gleichen" Material sehr verschieden sein. Bei der Zellteilung verändern sich die Chromatophoren weitgehend, scheibchenförmige Chromatophoren werden bandförmig. Sind zwei gegenständige Chromatophoren erschienen, so wachsen beide Chromatophoren im Sinne der Längsrichtung der Zelle, entsprechend der Streckung der Zelle; sie schnüren sich dann ein, so daß Zellen, die in Teilung begriffen sind, oft zwei sehr große, gelappte und schließlich vier Chromatophoren haben (siehe Fig. 795). In den meisten Fällen geht die Kernteilung damit Hand in Hand. Meistens hinkt die Chromatophorenteilung etwas nach. Sehr häufig aber läuft die Chromatophorenteilung vor, und zwar nicht nur in einer, sondern in sehr vielen Zellen eines Fadens oder einer ganzen Watte. Dabei kann die Kernteilung sehr verspätet, also gehemmt eintreten; solche Fäden, bzw. Watten, täuschen dann den typischen Besitz von vier Chromatophoren vor, während sie in normaler Ausbildung nur zwei Chromatophoren haben. Inwieweit die Chromatophoren einer Art schwanken können, zeigt Fig. 795. Bei Bestimmungen achte man daher sorgfältigst auf solche atypische Ausbildungen.

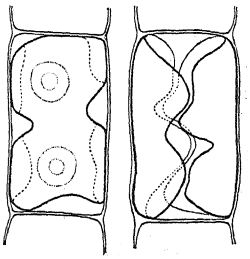


Fig. 795. *Tribonema aequale.* Die beiden gegenüber stehenden Chromatophoren im Beginn der Teilung. Beachte die quere Einschnürung der beiden Chromatophoren. Links Chromatophoren von der Breit-, rechts von der Schmalseite.

Kern normalerweise nur einer. Bei der Zellteilung kann die Kernteilung der Protoplastenteilung oft weit vorauseilen, während die Protoplastenteilung gehemmt sein kann. Auch das kann sich auf eine Zelle wie einen Faden, wie auch auf eine ganze Watte, beziehen. Solche Ausbildungen erwecken den Eindruck zwei- oder unter Umständen mehrkerniger Arten. Ob es Arten gibt, für die die Zwei- oder Mehrzahl der Kerne bei normaler Ausbildung typisch ist, muß erst untersucht werden (siehe *Tribonema utriculosum*)[1]).

[1]) Die Angaben über die auffallende Kleinheit der *Tribonema*-Kerne treffen nicht zu.

In der Zelle finden sich ferner Öl, Leucosin und Kriställchen, vielleicht oxalsaurer Kalk, daneben auch die stark glänzenden Körperchen, die vielleicht Pektinsubstanz darstellen. Bei ungünstigen Umständen wird in der Zelle sehr viel Öl gespeichert, was zur fettigen Degeneration führen kann (siehe S. 109). Solches Material ist für Bestimmung unbrauchbar und erholt sich in vorgeschrittenem Stadium meist nicht wieder.

Bei der Teilung der Zellen erfolgt die Protoplastenspaltung entweder quer zur Fadenrichtung; sie kann aber auch etwas schief zur Fadenrichtung eintreten, worauf sich die Teilprotoplasten erst sekundär in die Richtung des Fadens übereinander schieben. In seltenen Fällen teilt sich der Protoplast einer Zelle der Länge nach, ohne daß die beiden Teilprotoplasten später übereinander zu liegen kommen. Beide Protoplasten können sich behäuten und dadurch, daß beide behäutete Zellen dann sich teilen, kommt es zu einem Doppelfaden, dessen Enden eine Zeitlang von den erweiterten H-Stücken der Mutterzelle festgehalten werden. Es kommt zur typischen Maschenbildung (siehe S. 62, Fig. 50). Durch Ausbrechen der beiden Fäden aus einer der Mutterzellhälften oder durch Abbrechen eines oder des anderen Maschenfadens können eigenartige gabelige Stadien entstehen, wie sie (Fig. 47, S. 60; Fig. 48, S. 61; Fig. 49, 50, S. 62) abgebildet sind[1]).

Ein atypisches Aussehen gewinnen vereinzelte *Tribonema*-Fäden dadurch, daß sich einzelne oder mehrere aneinanderschließende H-Stücke sehr stark verdicken. Schieben sich dann nach den entsprechenden Zellteilungen zwischen diese H-Stücke neue Fadenstücke mit dünnen H-Stücken ein, so sehen die Fäden eigenartig gegliedert aus (Fig. 814_3) und erinnern etwas an die Gattung *Bumilleria*. Sie unterscheiden sich aber von *Bumilleria* dadurch, daß in allen Zellen die H-Stücke von vornherein vorhanden sind.

Die Schwärmer werden in der Ein-, Zwei-, seltener, besonders bei dickzelligen Arten, auch in der Mehrzahl gebildet und treten mit dem Hinterende voran zwischen den klaffenden H-Stücken aus (Fig. 796). Sie haben das typische Aussehen, mit oder ohne Stigma[2]), in allen bekannten Fällen mit Nebengeißel. Neben-

[1]) Von den beiden Gabelästen wächst fast immer nur einer weiter, während der andere früher oder später, meist aber sehr bald, zur Sporenbildung übergeht (Fig. 48, S. 61; Fig. 49, S. 62).

[2]) Es ist nicht ganz sicher, ob es bei *Tribonema* wirklich ganz stigmenlose Schwärmer gibt. Oft ist das Stigma nur stark zurückgebildet (siehe *Polyedriella helvetica*, S. 569).

geißellose Arten bis jetzt nicht sicher bekannt[1]). Die Chromatophoren liegen in den Schwärmern (Fig. 797) meist mehr oder weniger binnenständig und sind meist verlängert. Sind mehrere Chromatophoren vorhanden, so liegen sie meist in den vorderen zwei Dritteln des Protoplasten wie bei allen Heterokontenschwärmern, und zwar scheinen sie um so mehr nach vorne zu rücken, je schneller sich der Schwärmer bewegt. Dabei werden sie schmäler und länger. Bei mehreren Chromatophoren trägt der der Nebengeißel zunächst liegende das Stigma.

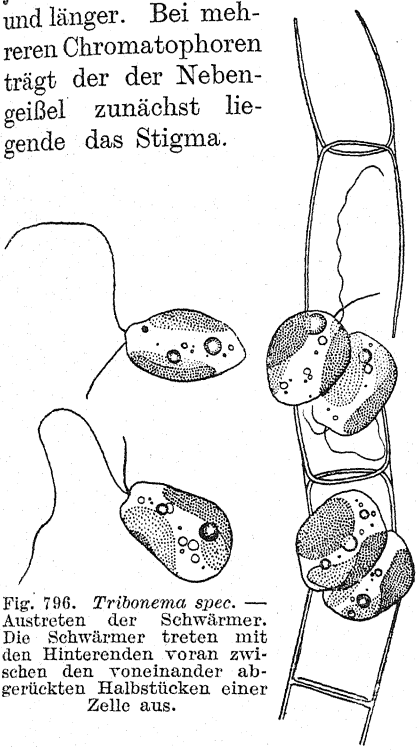


Fig. 796. *Tribonema spec.* — Austreten der Schwärmer. Die Schwärmer treten mit den Hinterenden voran zwischen den voneinander abgerückten Halbstücken einer Zelle aus.

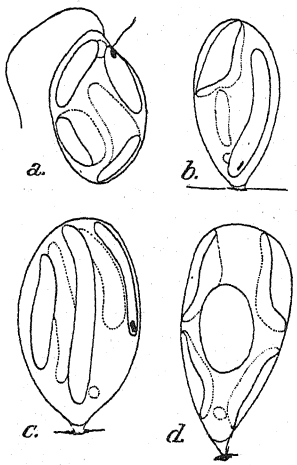


Fig. 797. *Tribonema vulgare.* — *a* Schwärmer, *b*, *c* eben festgesetzte Schwärmer, *d* behäuteter Keimling. Beachte, daß in den Schwärmern und in den allerersten Keimungsstadien die Chromatophoren sehr gestreckt und binnenständig sind. Erst nach der Behäutung nehmen sie die Scheibenform an und werden wandständig. Beachte auch das lange Erhaltenbleiben von Stigma und kontraktilen Vakuolen.

Die Schwärmer kommen nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe, legen sich mit ihrem Vorderende schief an, werfen die Geißeln ab und behäuten sich, wobei sie sich mit ihrem Vorderende am Substrat verfestigen (Fig. 797/8). In diesem Stadium sind zunächst noch Stigma und kontraktile Vakuolen vorhanden. Während des Festlegens kann es zur Ausscheidung eines Stielchens kommen. Die jungen, einzelligen Keimlinge haben zunächsst noch binnenständige Chromatophoren, manchmal auch noch Stigma und

[1]) Die Angaben Klebsens (1896) (siehe *Tribonema minus*) sind dadurch zu erklären, daß die Nebengeißel übersehen wurde.

kontraktile Vakuolen (Fig. 797). Erst bei fortschreitendem Wachstum lagern sich die Chromatophoren an die Wand, wobei sie sich verkürzen. Die erste Teilung ist bei manchen Arten ungleich; die untere, oft mit weniger Chromatophoren versehene Zelle wird zur Basalzelle und beteiligt sich am weiteren Wachstum des Fadens oft nur mehr wenig. In anderen Fällen bleibt auch die Haftzelle lange teilungsfähig (Fig. 798). Die obere

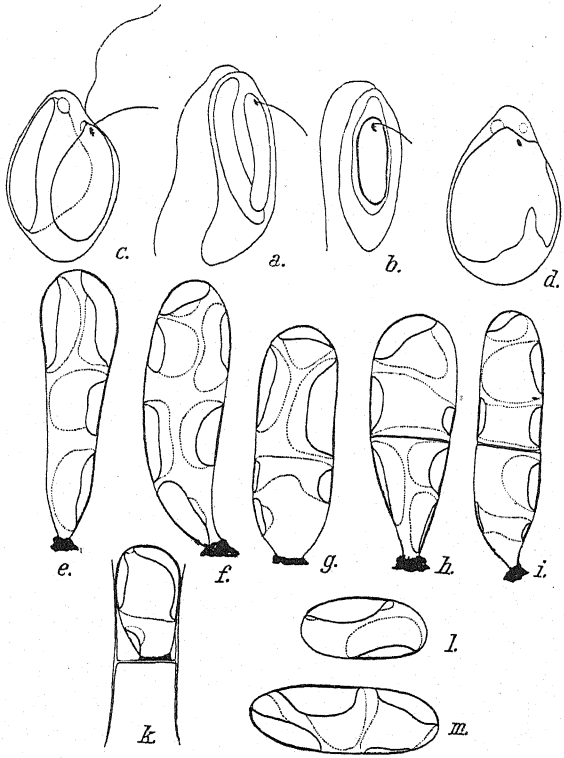


Fig. 798. *Tribonema. a. Tr. vulgare* Schwärmer von der Längsseite, *b* von der Bauchseite, *c, d Tribonema spec.* (unbestimmbar, da zu wenig Material) Schwärmer von der Längsseite *d* von der Bauchseite, *g, h, i Tribonema vulgare* zweizellige Keimlinge, beachte die häufig vorkommende ungleiche Teilung. *k, l* Schwärmer, der innerhalb eines H-Stückes sich auf der Querwand festsetzte. *l, m* Keimlinge aus Schwärmern entstanden, die sich nicht festsetzten.

Zelle teilt sich weiter. Bei manchen Formen bleibt sie etwas kugelig aufgetrieben, während die anderen Zellen des wenigzelligen Fadens bereits walzlich sind. Inwieweit interkalares Wachstum wenigstens vorübergehend vorhanden ist, ist noch nicht untersucht. Gewisse Stadien deuten etwas darauf hin. Das obere Ende des Keimlings ist entweder abgerundet oder trägt ein

kürzeres oder längeres Membranspitzchen (siehe Fig. 799*b*, *c*)[1]). Gelegentlich schreitet bereits der einzellige Keimling zur Schwärmerbildung (Fig. 799*a*).

Die Schwärmer wandeln sich, ob sie aus Fäden oder Sporen gebildet werden, sehr häufig, und zwar früher oder später unter Geißelverlust in Amöben (Fig. 801) um, die sich aber in ihrer Weiterentwicklung genau so verhalten wie die Schwärmer. In manchen Fällen bilden der Protoplast oder die

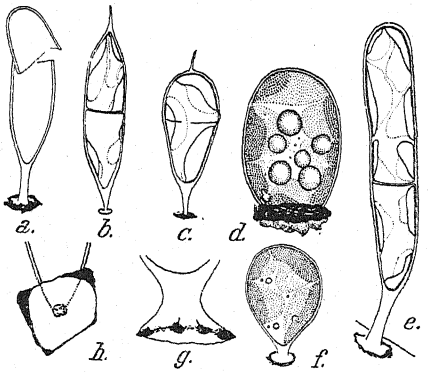


Fig. 799. *Tribonema.* — Keimlinge verschiedener, z. T. unbestimmter oder noch unbeschriebener Arten, beachte die verschiedene Form der Keimlinge. *a* der einzellige Keimling hat seinen Protoplasten als Schwärmer entleert, *e* zweizelliger Keimling, beachte die ungleiche Teilung, *g*, *h* Basalscheibe, die schwarzen Stellen (nach Chlorzinkjodbehandlung) zeigen an, wo Cellulose vorhanden ist. *g*, *h* nach PETROVÁ.

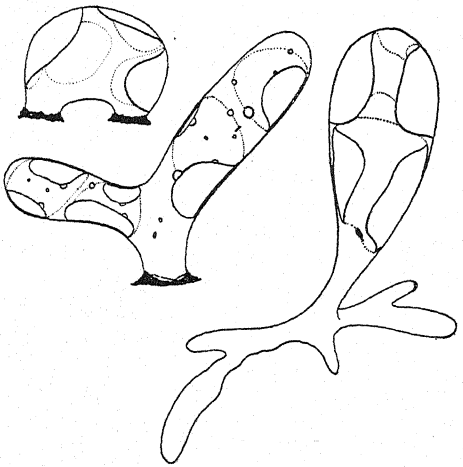


Fig. 800. *Tribonema*, abweichende Keimlinge. Links oben Keimling, der aus einem Doppelschwärmer hervorgegangen ist, die mit den Hinterenden verbunden, aber freie Vorderenden hatten. In der Mitte Keimling aus einem Doppelschwärmer hervorgegangen, der verbundene Vorderenden, aber freies Hinterende hatte. Rechts Keimling, der, was sehr selten vorkommt, statt der Haftscheibe ein verzweigtes Rhizoid hatte.

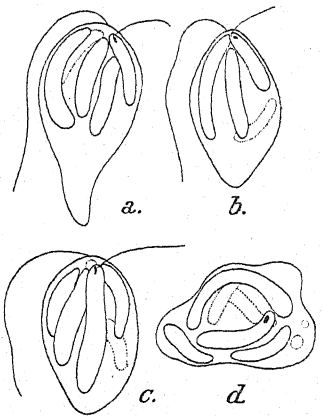


Fig. 801. *Tribonema vulgare.* — Schwärmer. *a* bei rascher, *b*, *c* bei langsamerer Bewegung, *d* amöboid gewordener Schwärmer.

[1]) Ähnliches kommt auch bei den Keimlingen von *Oedogonium*, *Ulothrix* usw. vor.

Teilprotoplasten einer Zelle die Geißeln nicht mehr aus; sie verlassen die Zelle als Amöben. Gelegentlich erfolgt unvollständige Protoplastentrennung, dann bleiben die austretenden Schwärmer oder Amöben mit ihren Protoplasten mehr oder weniger verbunden.

Die Schwärmer bzw. Amöben brauchen sich aber nicht festzusetzen, sondern können sich zu runden oder länglichen dünnwandigen Zellen behäuten. Ihre Membran ist zweiteilig. Der Inhalt solcher Zellen kann als Schwärmer austreten, oder die Zelle kann sich teilen und so den Ausgang für einen Faden bilden, der dann selbstverständlich nicht festgewachsen ist (Fig. 798 *l*, *m*).

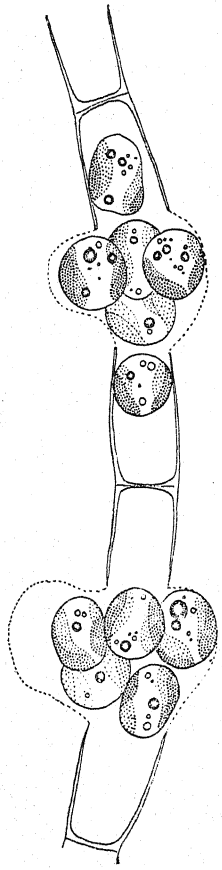


Fig. 802. *Tribonema*, die Teilprotoplasten treten nicht als Schwärmer, sondern als zart behäutete Zellen aus.

Solche zunächst dünnwandige Zellen können aber ihre Membran sehr rasch verdicken. Sehr häufig speichern sie Öl und werden zu ausgesprochenen Dauerstadien: Aplanosporen. Bei der Keimung bilden sie entweder einen Schwärmer aus, oder aber ihr Inhalt behäutet sich neu, streckt sich und wird zu einem neuen Faden, der noch eine Zeitlang an seinen Enden die Halbstücke der Aplanosporenwand tragen kann.

Solche dünn- oder derbwandige Zellen können aber auch in den Fadenzellen selbst gebildet werden, ohne daß dabei die ihnen entsprechenden Protoplasten die Form von Schwärmern annehmen und austreten (Fig. 798). Der ganze Inhalt einer Fadenzelle, oder, nach entsprechenden Teilungen, die beiden oder mehrere Teilprotoplasten, wandeln sich noch innerhalb der Fadenzelle (in seltenen Fällen) in dünnwandige Zellen, in häufigeren Fällen aber in die derbwandigen Aplanosporen um (Fig. 61, 63, S. 77). In den Fadenzellen liegen dann entweder je eine oder mehrere, im übrigen in ihrer Größe oft recht verschiedene Aplanosporen. Durch Verquellung und Auseinanderweichen der H-Stücke des Fadens werden sie frei.

Besonders auffallend sind diese Stadien dann, wenn sich der ganze Inhalt einer Zelle oft unter deutlicher Vergrößerung des Protoplasten und immer unter reichlicher Einlagerung von Reserveöl in eine einzige, derbwandige, große Aplanospore umwandelt (Fig. 65, S. 79; Fig. 68, S. 82). Dadurch werden die beiden Membranhälften der Fadenzelle stark auf- und auseinander getrieben (Fig. 803) und umfassen schließlich oft nur mehr die beiden Pole der derbwandigen Aplanospore. Durch Auseinanderweichen der H-Stücke werden dann die Aplanosporen, die eine derbe, vielschichtige, oft tiefbraune Membran haben, frei.

Diese Stadien fallen besonders dann auf, wenn sich auch die Membran der Fadenzelle, d. h. die H-Stücke des Fadens, stark verdicken oder stark verquellen (Fig. 62, S. 77). Dann liegen die Aplanosporen, je zwei durch ein solches derbes H-Stück voneinander getrennt, zunächst reihenförmig hintereinander (Fig. 803), bis sie sich schließlich aus dem Verband lösen. Die kleinen

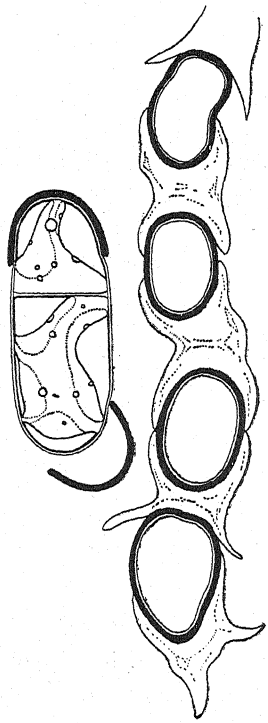


Fig. 803. Aplanosporenbildung. In jeder Zelle eine große Aplanospore gebildet, die durch die verquellenden H-Stücke des Fadens voneinander getrennt werden. Links einzelliger, aus einer Aplanospore entstandener Keimling, an den beiden Enden des Keimlings haften noch die beiden Membranhälften der Aplanospore.

wie die großen Aplanosporen bilden bei der Keimung entweder einen oder mehrere Schwärmer oder ihr Inhalt tritt, bekleidet mit der innersten Membranschicht, unter Streckung, und indem er die Aplanosporenwand in ihre zwei, oft ungleichen, Hälften auseinander reißt, als gestreckte Zelle aus und teilt sich zu einem neuen Faden weiter, dem an den Enden die beiden Membranhälften der Aplanosporen wie kleine Käppchen aufsitzen (Fig. 803 links).

Akinetenbildung im Gegensatz zu anderen Heterotrichalen nicht sehr häufig. Sie werden einzeln oder reihenweise hinter-

einander verbunden (Fadenakineten) gebildet, wobei die stark verdickte Membran der Fadenzellen die Membran der Akinete bildet, an die sich noch weitere Innenschichten anlagern. Die Membran färbt sich meist dunkelbraun bis fast schwarz. Dabei bleiben die Zellen zylindrisch oder sie bauchen sich regelmäßig bis unregelmäßig birnförmig aus. Die Akineten lösen sich vielleicht nach Zerstörung der Mittellamellen zwischen zwei Zellen auseinander, wobei das Auseinanderbrechen bei manchen Arten durch die tonnenförmige Form der Akineten erleichtert wird (Fig. 825). Bei der Keimung verhalten sich die Akineten verschieden. Sie entleeren entweder Schwärmer, oder aber der zart behäutete Protoplast reißt unter Streckung die beiden sonst undeutlichen Membranhälften der Akinete oft unregelmäßig auseinander und wird durch weitere Teilungen zu einem — in diesem Falle nicht festsitzenden — Faden, der an seinen Enden noch eine Zeitlang die beiden Membranhälften aufsitzen hat.

Palmellastadien entstehen bei *Tribonema* und wohl auch bei manchen anderen Heterotrichalen auf zweierlei Weise. Die Schwärmer kommen unter Abkugelung zur Ruhe, behalten Stigma und Vakuolen und umgeben sich mit geschichteter oder ungeschichteter Gallerte. Die Protoplasten teilen sich meist lebhaft und umgeben sich wieder mit Gallerthüllen, so daß schließlich vielzellige Lager entstehen, die durch geschichtete oder ungeschichtete Gallerte zusammengehalten werden. Auch Zellfäden können sich in solche palmelloide Gallertlager umwandeln. Ihre Membranen (vor allem die Innenschichten) verquellen und verschleimen sehr; diese Verschleimung wird dadurch gefördert, daß die abgerundeten Fadenprotoplasten ebenfalls noch Gallerte ausscheiden (Fig. 21, S. 19; Fig. 22, S. 31; Fig. 76, S. 88). Zunächst lassen diese Stadien noch die reihenförmige Anordnung erkennen. Aber durch ungleichmäßige Verquellung und Verschleimung wird diese Ordnung gestört, wozu noch kommt, daß die Protoplasten sich lebhaft, und zwar nicht im Sinne der Fadenbildung, teilen. Im übrigen haben die Protoplasten solcher Gallertlager auch oft kontraktile Vakuolen und manchmal sogar das Stigma. Die Herkunft aus Zellfäden ist manchmal an vereinzelt erhalten gebliebenen H-Stücken zu erkennen.

Die Protoplasten solcher Palmellastadien schwärmen entweder nach einiger Zeit aus, oder sie werden zu Aplanosporen.

Im allgemeinen ist die Palmellabildung nur aus jungen Fäden mit noch leicht verquellbaren Membranen möglich. Ich

habe sie niemals aus alten derbwandigen Fäden entstehen sehen, deren Membran infolge der Veränderung in den Pektinstoffen weniger oder nicht mehr quellbar ist[1]).

Sehr selten treten bei *Tribonema* Riesencysten (Fig. 67, S. 80) auf. Sie entstehen so, daß der Protoplast einer Fadenzelle außerordentlich heranwächst, wobei die Chromatophoren und die Kerne sehr vermehrt werden (es unterbleibt trotz Kernteilung und Chromatophorenvermehrung die Protoplastenteilung). Dabei werden die beiden Membranhälften der Zelle weit auseinandergetrieben. Der große Protoplast umgibt sich dann mit einer derben mehrschichtigen Haut und wird zu einer vielkernigen Cyste. In manchen Fällen (Fig. 804) zerteilt sich der vielkernige große Protoplast vorher in mehrere Teilstücke, von denen jedes für sich zu einer vielkernigen Cyste wird. Bei der Keimung werden in den Cysten viele Schwärmer gebildet, die durch regelmäßiges Aufreißen der Cystenhaut frei werden. In anderen Fällen kann der Inhalt einer solchen Cyste in mehrere Teilstücke zerfallen, die sich nun innerhalb der großen Cyste umwandeln (Fig. 67 rechts, S. 80). Auch diese Teilcysten bilden bei der Keimung Schwärmer aus. Diese vielkernigen Riesencysten kommen auch bei *Myxochloris* (Fig. 167/68, S. 258; Fig. 171, S. 260; Fig. 174, S. 261; Fig. 175, S. 264; Fig. 176, S. 265) und *Botrydium* (Fig. 881*e*, 894, 896) vor.

Eigenartigerweise kann es auch geschehen, daß auch in Palmellastadien von *Tribonema* eine oder die andere Zelle unter reicher Kernvermehrung und Chromatophorenvermehrung sehr heranwächst. Es entstehen dann sehr große kugelige bis ellipsoidische Zellen (Fig. 805*i*, *k*), die nicht selten viele Paare kontraktiler Vakuolen haben, also einer Vielheit von einkernigen Protoplasten entsprechen. Sie sind meist von einer ziemlich derben, manchmal geschichteten Gallerthülle umgeben. Schließlich zerfallen sie, falls sie sich nicht mit einer derben Haut umgaben, in viele einkernige Protoplasten, die als Schwärmer austreten. Wie immer, können diese Schwärmer sich in Amöben umwandeln. Die Schwärmer bzw. Amöben keimen entweder zu Fäden aus, oder bilden neue Palmellen, oder sie wandeln sich in Aplanosporen um.

---

[1]) Auf die Abhängigkeit der Zusammensetzung und Beschaffenheit der gesamten Pektinstoffe in der *Tribonema*-Wand von dem Wachstumszustand verweist neuerlich [(1938) 87] WICHMANN. In den Zeiten starken Wachstums und reicher Zellteilung Pektinsäuren, bei ungünstigen Faktoren und gehemmten Wachstum Pektose.

Diese verschiedenen Entwicklungsgänge finden sich nicht bei jeder Art mit gleicher Häufigkeit. Als regulär ist die Bildung von Schwärmern, der Aplanosporen, und vielleicht auch noch

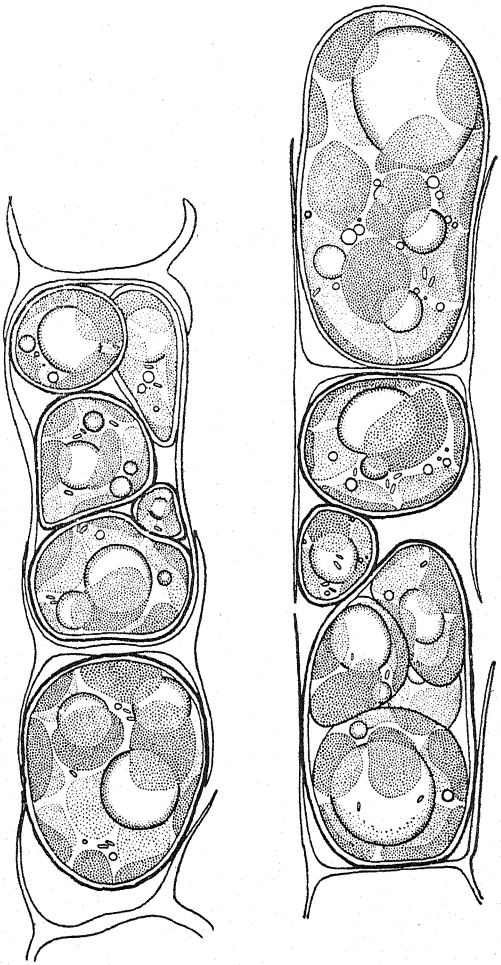


Fig. 804. *Tribonema intermixtum.* — Der Inhalt der vergrößerten Zellen hat sich entweder in seiner Gänze oder nach Aufteilung in sehr ungleiche Teilprotoplasten mit derben Membranen umgeben und auf diese Weise wahrscheinlich vielkernige Cysten gebildet. Die Protoplasten durch längeres Verweilen in Kulturgefäßen bereits im Beginn fettiger Degeneration.

der Akineten zu bezeichnen. Palmellen und Riesenzellen, in dieser oder jener Form, werden nur selten gebildet. Wahrscheinlich treten diese bei manchen Arten überhaupt nicht auf.

Es scheint, daß sich jede Art in der Neigung, die verschiedenen Stadien zu bilden, verschieden verhält und darin auf die Außenbedingungen verschieden anspricht.

Einzelne Arten, z. B. *Tribonema intermixtum*, bilden fast alle Stadien „leicht" aus; *Tribonema ulotrichoides* oder *T. vulgare* nach meinen Erfahrungen manche Stadien gar nicht.

Da keine einzige *Tribonema*-Art vollständig untersucht wurde, wissen wir leider nichts über dieses spezifische Verhalten der einzelnen Arten.

Über die von SCHERFFEL gemachten Angaben der geschlechtlichen Fortpflanzung siehe S. 152 u. f.

Über die Ökologie der Gattung bzw. der einzelnen Arten wissen wir fast nichts. Sicher ist, daß sich die einzelnen Arten recht verschieden verhalten. Die meisten Arten scheinen kalkhold zu sein, während von typischen humussauren oder Moorbewohnern derzeit nur ganz wenige bekannt sind. Ebenso gibt es einige Arten, die auch feuchten Boden besiedeln und ins Erdreich vordringen (Gruppe um *Tribonema minus*). Allerdings sind die vorliegenden Angaben nicht mit Sicherheit auszuwerten, weil auch *Heterothrix*-Arten (siehe diese) als *Tribonema*-Arten geführt wurden.

Einige Formen scheinen oligotherm zu sein, sie treten mehr im Frühling oder im Herbst, ja oft sogar in milden Wintern in üppigster Entwicklung auf. Die häufigeren Arten vertragen aber höhere Temperaturen und kommen auch in ganz durchwärmten Tümpeln manchmal in großen Mengen vor. Nicht auf die gleiche Linie damit dürfen jene Formen gestellt werden, die im Sommer an überrieselten Felsen oder in flachen Rinnsalen oft lange, nicht selten recht krause und blasige Strähne bilden. Gerade diese Formen vertragen höhere Temperaturen nicht. Außerdem scheinen sie einen höheren Atmungskoeffizienten zu haben. Sie schwärmen, in stehendes Wasser gebracht, sehr bald aus, vermögen sich aber in diesem meist nicht weiter zu entwickeln.

Gelegentlich können einzelne wärmetolerante Formen oft massenhaft als sekundäre Planktonten in stehenden Gewässern treiben und dann zu mächtigen Decken aufsteigen. In diesem Zustande zeigen sie aber meist schon die Anzeichen der fettigen Degeneration.

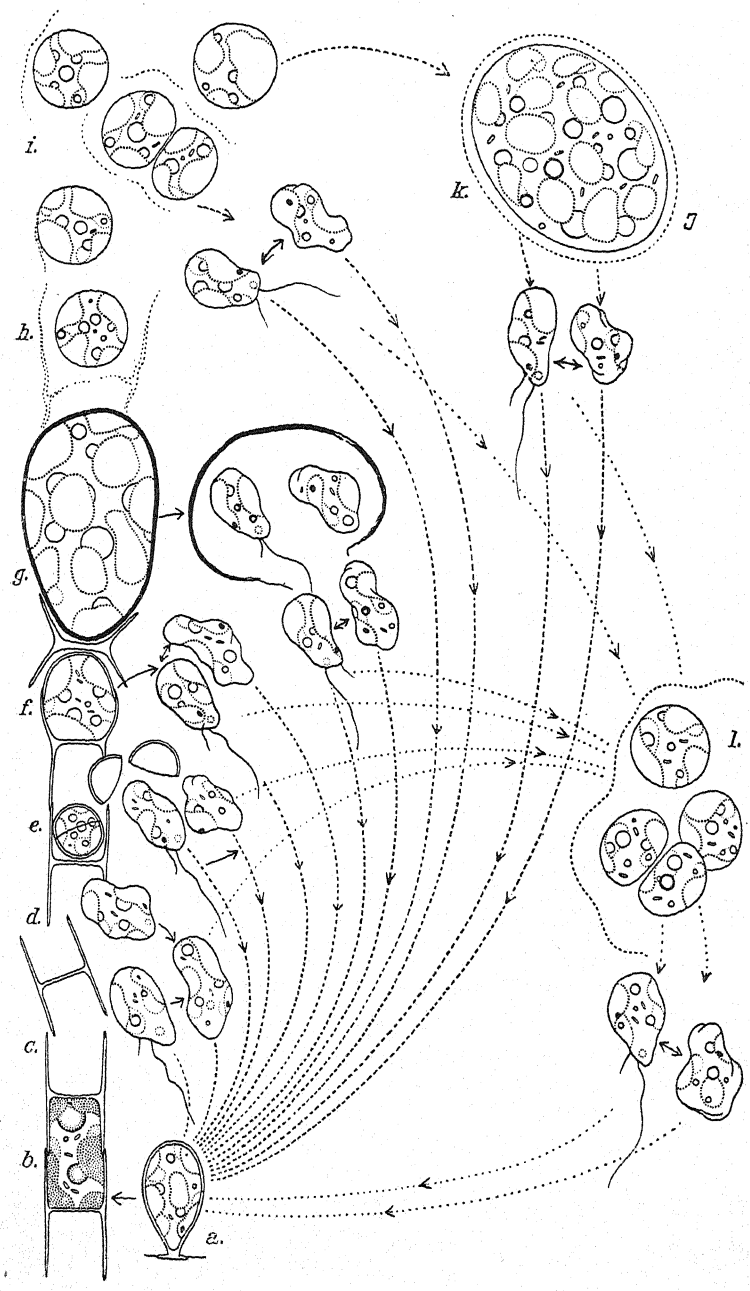


Fig. 805. Unterschrift nebenstehend (S. 955).

Allem Anscheine nach ist *Tribonema* in dem hier gegebenen Umfange nicht einheitlich. Wahrscheinlich wird sie bei genauerer Kenntnis der jetzt hierhergestellten Formen in mehrere Gattungen aufgelöst werden müssen. So fällt z. B. *Tribonema ulotrichoides* sehr aus der gegebenen Umreißung heraus, ebenso scheinen die Formen mit den langen, oft bandförmigen Chromatophoren, wie z. B. *Tribonema angustissimum* usw., nichts mit den Formen mit den vielen scheibchenförmigen Chromatophoren zu tun zu haben. Ebenso scheint die Gruppe um *Tribonema aequale* sehr selbständig zu sein. Dazu kommt, daß wir erst wenige *Tribonema*-Arten kennen und der größte Teil auch der bekannten Arten noch nicht vollständig studiert ist. Bei fortschreitender Kenntnis werden sich von selber Verschiebungen ergeben. Notwendig ist das Studium von Klonkulturen. Die jetzige Artumreißung ist recht unnatürlich. Charakterisierungen wie „Fäden von 5–20 μ dick" sind unmöglich. Die Annahme, daß die dünnen Fäden junge, dicke Fäden alt sind, ist ebenso naiv wie die Annahme, daß kleine Fliegen junge Fliegen und große Fliegen alte Fliegen seien. Die wenigen Arten, die ich (unter Unterstützung von Frau Dr. Petrová und Dr. Vlk) in Klonkulturen sah, erwiesen sich in ihrer Fadendicke als recht fest. Keimlinge, die von Schwärmern stammten, hatten meist bereits nach 2–4 Teilungen die charakteristische Fadendicke. Etwas dicker sind manchmal Fäden, die durch direkte Keimung aus Akineten oder Aplanosporen kommen. Aber auch diese haben sich nach kurzem Wachstum auf die normale Dicke einreguliert. In allen Fällen ist gutes Wachstum und normales Teilungsvermögen vorausgesetzt. Bei ungünstigen Umständen ändern sich diese Verhältnisse,

---

Fig. 805. *Tribonema*. — Schematische Darstellung einiger der möglichen Entwicklungsgänge. *a* einzelliger Keimling, links davon ein Zellfaden, *b* normale, vegetative Fadenzelle, bei *c* tritt der Protoplast als Schwärmer, bei *d* als Amöbe aus, bei *e* wandelte sich der Inhalt einer Fadenzelle in zwei einkernige Aplanosporen um, deren Inhalt bei der Keimung als Schwärmer oder Amöbe austritt, bei *f* Bildung einer dünnwandigen Akinete, aus der ebenfalls Schwärmer oder Amöben austreten können, bei *g* große Riesencyste: bei der Keimung können Schwärmer oder Amöben in größerer Zahl gebildet werden, *h* palmelloide Auflösung des Fadens und Bildung kugeliger, gallertumhüllter Zellen, die durch weitere Teilungen kleine, palmelloide Lager bilden können; ihre Zellen können als Schwärmer oder Amöben austreten oder, allerdings selten, zu großen, vielkernigen, gallertumhüllten Riesenzellen heranwachsen, die Schwärmer oder Amöben in größerer Zahl bilden können. In allen Fällen können freigewordene Schwärmer zu Amöben werden. Die aus allen Stadien gebildeten Schwärmer können sich als einzellige Keimlinge festsetzen oder aber sich mit Gallerte umgeben, zu palmelloiden Lagern heranwachsen oder können zu Aplanosporen werden. In dieser schematischen Darstellung sind nicht alle Entwicklungsmöglichkeiten berücksichtigt, z. B. die Bildung mehrerer Riesencysten in einer vergrößerten Fadenzelle, Bildung von großen, mehrkernigen Cysten innerhalb der Riesencysten oder der Aufteilung des vielkernigen Protoplasten einer Riesencyste zu einkernigen Teilprotoplasten und deren Umwandlung in derbwandige Aplanosporen.

wobei sich jede Art etwas verschieden von der anderen verhält.

Die Tribonemen, wie alle Heterotrichalen, sprechen in ihrem Längenwachstum sehr auf Außenfaktoren an. Gewisse Faktoren scheinen das Längenwachstum der Zellen recht zu begünstigen, zumindest aber vielleicht auch die Kernteilung zu hemmen oder zu verzögern. Eigenartigerweise wird dann sehr häufig die Kern- bzw. Protoplastenteilung nicht nachgeholt und der Protoplast tritt dann oft als vielkerniger Schwärmer aus.

Alle Arten neigen, allerdings in sehr verschiedenem Maße, dazu, die Zellen tonnenförmig oder birnenförmig zu erweitern, was fast immer ein Zeichen gehemmter Teilungsfähigkeit und gehemmten Zellwachstums ist. Ist dies zu weit vorgeschritten, so verlieren diese Zellen ebenfalls die Fähigkeit, sich zu teilen; es kommt, falls nicht fettige Degeneration eintritt, zur Schwärmer- oder Aplanosporen-, bei manchen Arten zur Akinetenbildung. Es würde sich empfehlen, Tribonemen, die so leicht auf Außenfaktoren ansprechen, als Objekt der experimentellen Zellmorphologie zu verwenden.

Für die Systematik der Arten kommen als brauchbare Merkmale in Betracht: Dicke und durchschnittliche Länge der Zellen (bei gutem ungehemmten Wachstum), Chromatophorenapparat, Membranbeschaffenheit, Form der Schwärmer, die Gestalt der Keimlinge, ihre Verfestigung am Substrate, die Form ihres oberen Endes. Nur in sehr geringem Maße zu verwenden ist der Grad der tonnenförmigen Auftreibung der Zelle. In Wirklichkeit stellt die Verwendung dieser Merkmale vorderhand nur einen Notbehelf dar. Ausschlaggebend wird für die Systematik sein die bei den einzelnen Arten verschiedene Einflußnahme der Außenbedingungen auf die Beschaffenheit, die zunächst nur in Reinkulturen studiert werden kann. Ohne gründliches Studium der Formen in Reinkulturen ist jede Gliederung der Arten nur ein Versuch, der seine Bestätigung erst durch das Experiment erhalten muß, abgesehen von jenen Arten, die morphologisch eigenartig sind, oder von Merkmalen, die von Außenbedingungen nur wenig, oder zumindest nicht rasch, betroffen werden, z. B. Stigmabesitz.

Die Arbeiten Vischers über *Botrydium*, *Heterococcus* und andere Heterokonten zeigen den Weg auf.

Bestimmungsschlüssel der bekannten Arten[1]:

I. In jeder Zelle normalerweise nur ein Chromatophor[2] [3]).

1. Ohne Pyrenoid[4]).

A. Fäden sehr dünn, 1,5–2 μ dick . . **Tribonema angustissimum** *1.*

B. Fäden dicker, bis 3 μ messend . . **Tribonema monochloron** *2.*

2. Mit Pyrenoid, Fäden ca. 8 μ dick . . . **Tribonema pyrenigerum** *3.*

II. Mehr als ein Chromatophor.

1. Oft zwei, seltener drei oder vier Chromatophoren oder nur selten ein Chromatophor.

A. Chromatophoren auffallend klein, Fäden 3–4 μ dick **Tribonema elegans** *4.*

B. Chromatophoren normal bis sehr groß.

a) Chromatophoren ziemlich regelmäßig gestaltet, meist annähernd gleich groß. Zellen höchstens $1^1/_2$mal so lang wie breit.

α) Fäden höchstens 5 μ, Zellen kurz, Fäden starr[5]) **Tribonema minus** *5.*

β) Fäden dicker.

* bis 7 μ[6]) [7]) . . . . . **Tribonema aequale** *6.*

** um 10 μ[8]) . . . . . **Tribonema ulotrichoides** *7.*

b) Chromatophoren recht groß, recht unregelmäßig bis bandförmig, Zellen meist sehr lang . . . . . **Tribonema affine** *8.*

2. Meist mehrere bis oft viele, scheibchenförmige Chromatophoren.

A. Fäden ca. 3 μ dick, meist viele Chromatophoren **Tribonema subtillissimum** *9.*

B. Fäden dicker bis sehr dick.

a) Fäden ca. 7 μ dick, Chromatophoren meist viele, Zellen gestreckt **Tribonema vulgare** *10.*

---

[1]) Der Schlüssel reicht nicht aus, er ist nur ein Notbehelf, genauer Vergleich der Figuren und Beschreibungen ist unbedingt nötig, da wir nicht alle Arten kennen. Zur Bestimmung ist meist reichliches Material nötig. Material, das einige Stunden oder länger in den Gläsern aufgesammelt stand, ist meist verändert.

[2]) Oft sind ganze Fäden oder Platten in Zellteilung begriffen, dann gibt es mehr Chromatophoren.

[3]) Auch Arten mit 2 oder 3 Chromatophoren haben gelegentlich nur einen Chromatophor, oft in vielen Zellen.

[4]) Vgl. auch die im Anhange zu *Tribonema angustissimum* behandelte, wenig bekannte, noch unbeschriebene Art. Vgl. Fig. 806 *e–g*.

[5]) Häufig als Erdalge lebend.

[6]) Vgl. Beschreibungen von *Tribonema minus* und *Tribonema aequale*.

[7]) Bei Fäden mit ca. 8 μ dicken Zellen, die auch sehr regelmäßige Chromatophoren haben, vgl. S. 968 und Fig. 819, 820.

[8]) Verwechslung mit ähnlichen Chlorophyceen sehr leicht möglich.

b) Fäden dicker.
α) Fäden um 10–13 μ.
* Viele Chromatophoren, Zellen gestreckt[1]) [2])
Tribonema viride *11.*
** Nur mehrere und meist größere Chromatophoren, Zellen nur bis zweimal so lang wie dick[3])
Tribonema intermixtum *12.*
β) Fäden bis über 13–25 μ und mehr μ dick.
* Um 13–18 μ messend, meist derbwandig.
\+ Zellen meist kurz bis zweimal, höchstens dreimal so lang wie dick[4]), meist nur mit 4–6 Chromatophoren
Tribonema Gayanum *13.*
++ Zellen oft länger, oft recht unregelmäßig[5]) bauchig, meist mit großen Chromatophoren
Tribonema utriculosum *14.*
** ca. 25–30 μ in die Dicke messend, Zellen meist so lang wie dick[6]) . . . . . **Tribonema crassum** *15.*

1. Tribonema angustissimum (Fig. 806 *a–d*).

Fäden oft recht lang, mit einer kleinen Haftscheibe und verschieden langem Stielchen festsitzend, meist aber abgebrochen und entweder unter andere Algen eingemischt und mehr vereinzelt, oder als recht zarte, weiche und sehr schlüpfrige Flöckchen entwickelt, die meist recht blaß sind. Zellen bis achtmal so lang wie breit, mit sehr zarter Membran, an den Scheidewänden oft leicht eingezogen, mit meist einem, seltener zwei Chromatophoren, die, nicht sehr groß und unregelmäßig rinnenförmig, nur einen kleinen Teil der Wand auskleiden. Keine Verdickung der Chromatophoren. Schwärmer zu zwei bis vier gebildet, sehr klein und gestreckt, mit einer auffallend langen Hauptgeißel. Chromatophor binnenständig und bandförmig, ohne Stigma. Nebengeißel vielleicht nur wegen der Kleinheit nicht gesehen. Keimlinge mehr gestreckt, mit einem kurzen Membranspitzchen (ob immer?) versehen.

---

[1]) Vgl. die Figuren.

[2]) Kommt in dickeren Formen (bis 18 μ) vor, die noch sehr wenig bekannt sind.

[3]) Verwechslung mit ähnlichen Chlorophyceen sehr leicht möglich.

[4]) Vgl. die Figuren.

[5]) Tritt (ob eigene Arten) mit vielen kleinen, oder mit sehr wenigen, 1–3 sehr großen Chromatophoren auf (vgl. Fig. 834).

[6]) Auch noch unbeschriebene Arten mit langen Zellen (vgl. S. 836).

Zellen immer unter 2 μ dick, bis 16 μ lang. Schwärmer ca. 3 μ lang.

Vorkommen: Vielleicht recht verbreitete Alge, die, falls sie nur einzeln vorkommt, sicher übersehen wird. Soviel ich sah, wärmeliebende Form, die sich gelegentlich auch auf feuchter Erde halten kann. Die Alge kann nur bei stärkster Vergrößerung sicher erkannt werden.

Soweit ich sah, ist der manchmal deutlicher sichtbare Kern nicht kugelig, sondern ellipsoidisch in die Länge gezogen.

Im Anhange daran sei eine unvollständig beobachtete, sicher selbständige Form (siehe Fig. 806 *e–g*) erwähnt, mit bis 3 μ dicken Zellen, die 6–20 mal so lang sein können. Membran sehr zart. Chromatophor einer, bandförmig, meist schief der Länge nach in der Zelle und an den Querwänden oft umgeschlagen, manchmal in 2 Teile zerteilt, ohne Pyrenoid. Schwärmer nicht gesehen. Keimlinge, soweit gesehen, allmählich in den Haftscheibchen verschmälert, ohne Membranspitze am oberen Ende. Ganz zarte, schlüpfrige, treibende Watten. Kalkholde Form aus einem „Almtümpel" auf der Tauplitz-Alm im Toten Gebirge (Österreich) (***Tribonema taeniatum***)[1]).

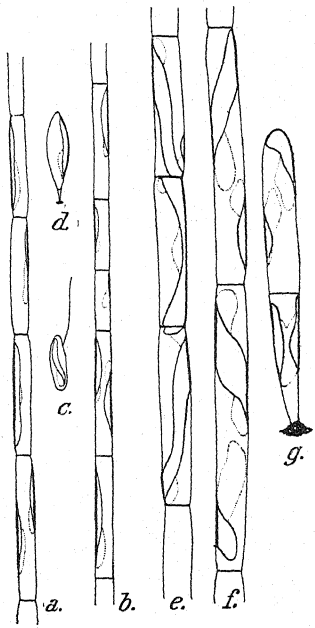


Fig. 806. *Tribonema.* — *a, b, c, d T. angustissimum, e, f, g* das noch wenig bekannte *Tribonema taeniatum.*

2. Tribonema monochloron Pascher et Geitler (1925) (Fig. 807).

Pascher et Geitler, Süßwasserfl. **11** (1925) 103.

Abb.: Pascher et Geitler, a. a. O. (1925) Fig. 83.

---

[1]) In allerletzter Zeit (Herbst 1938) lernte ich ein *Tribonema* mit etwa 2 μ dicken Fäden kennen, dessen Zellen höchstens $1^1/_2$mal so lang wie dick waren. Sie hatten einen oder zwei Chromatophoren. Diese Reihe sei wegen ihrer Ähnlichkeit mit Ulotrichalen besonderer Aufmerksamkeit empfohlen.

Fäden meist keine ausgesprochenen Watten oder Flöckchen bildend, meist eingestreut oder selten in zarten, recht leicht brüchigen, eigentümlich weichen Strähnen von relativ dunkler Farbe. Zellen 2–4mal so lang als breit, an den Querwänden oft leicht eingezogen mit sehr zarter Membran. Chromatophoren meist nur einer, rinnenförmig und wandständig, manchmal unregelmäßig gelappt, gelegentlich fast röhrenförmig zusammenschließend; ohne Verdickung, meist lebhaft gefärbt. In den Zellen fast immer stark glänzende Körperchen. Schwärmer mit einem schief bandförmigen, meist binnenständigen Chromatophoren, recht amöboid, oft schon amöboid austretend, ohne (?) Stigma, mit ca. anderthalbmal körperlanger Haupt- und recht kurzer Nebengeißel. Sporen nicht gesehen, doch akinetenartig verdickte Fadenstücke. Vielleicht treten auch palmelloide Stadien auf.

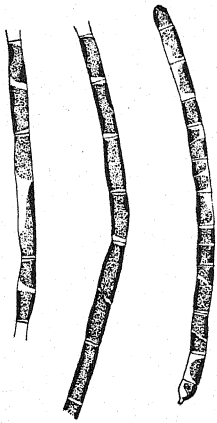


Fig. 807. *Tribonema monochloron* nach Geitler.

Zellen ca. $2\,^1/_2$–$3\,\mu$ dick, bis $8\,\mu$ ($12\,\mu$) lang. Schwärmer ca. $6\,\mu$ messend.

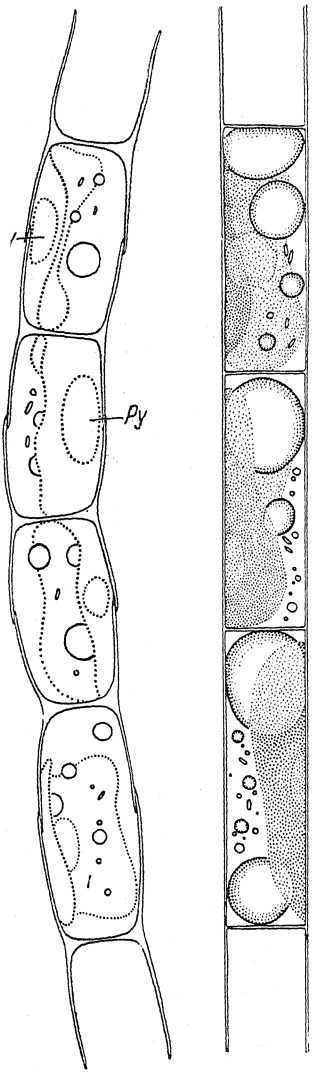
Vorkommen: Recht verbreitete Alge. In Niederösterreich, Böhmen, Deutschland wiederholt gesehen. p_H um 6. (Schiltenbanghülbe auf der Rauhen Alb (Huzel); Gräben bei Wart am Lech (Vorarlberg); im Hirschberger Großteichgebiet wiederholt gesehen; um Prag usw. Meist das ganze Jahr, zumindest als einzelne Fäden, zu sehen. Vielleicht kalkhold.

3. Tribonema pyrenigerum Pascher (1932) (Fig. 808/9).

Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 339 (nomen).

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) Fig. 21, S. 339.

Alge bis jetzt nur in der Form einzelner Fäden oder wenigfädiger Bündel zwischen anderen Algen, nicht aber in Flöckchen oder in Watten gesehen. Fäden leicht brüchig. Zellen schön walzlich, oder mit leicht aufgetriebenen Zellen, die bis zweimal so lang als dick sind. Membran ziemlich derb, bei den mehr tonnenförmigen Zellen vielleicht ganz leicht gequollen. Chromatophor immer nur einer, groß und rinnenförmig, meist die eine Wandhälfte der Länge nach auskleidend, manchmal auch gelappt, nicht selten gegen ein Zellende verlagert, an einer Stelle verdickt und hier ein deutliches Pyrenoid, das allseitig



gegen die Chromatophorensubstanz abgegrenzt ist. Schwärmer meist zu zweien gebildet, mit großem, mehr band- bis muldenförmigem Chromatophoren und deutlichem punktförmigen Stigma. Hauptgeißel etwas länger als der Körper. Nebengeißel sehr kurz. Keimling ohne Membranspitze. Andere Stadien nicht gesehen.

Zellen bis 8 μ dick, bis 20 μ lang.

Vorkommen: Zweimal gesehen. Aus Wiesengräben im Salzkammergut. Aus einem Tümpel im Fränkischen Jura. Beidemal im Hochsommer.

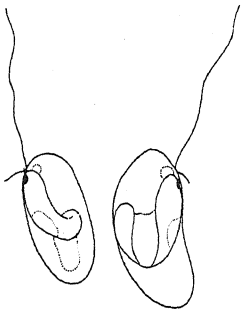


Fig. 809. *Tribonema pyrenigerum.* — Schwärmer.

Fig. 808. *Tribonema pyrenigerum.* — *a* sehr gleichmäßiges Fadenstück mit dünnen Wänden und beginnender fettiger Degeneration, links davon Fadenstück mit leicht tonnenförmigen Zellen (sehr stark vergrößert).

4. Tribonema elegans Pascher (1925) (Fig. 810/11, 812,5).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 103.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 84*b*, S. 104.

Lockere Flocken oder Watten oder schmiegsame weiche Strähne, in größerer Menge immer eigenartig stumpf und blaß lichtgrün, doch auch sehr häufig vereinzelt unter anderen

Algen. Fäden nicht leicht zerbrechlich, mit meist mehr walzlichen, an den Scheidewänden kaum oder nur wenig eingezogenen Scheidewänden. Membran immer sehr zart, vielleicht manchmal mit ganz zarter Schleimhülle. Chromatophoren normalerweise zwei, seltener einer oder drei, immer auffallend klein, wandständig, scheibchenförmig, oft ein wenig unregelmäßig verzogen, meist nicht sehr lebhaft gefärbt. Der größte Teil der Zellwand frei von den Chromatophoren. Schwärmer zu zwei oder vier gebildet, mit meist einem oder, seltener zwei Chromatophoren, die meist leicht binnenständig sind; soweit gesehen, immer ohne Stigma. Hauptgeißel $1^1/_2$mal körperlang, Nebengeißel ungefähr ein Drittel davon messend. Ausgesprochene Neigung zur Amöboidie. Keimlinge vielleicht mit kurzem Membranspitzchen, mit derbem Füßchen. Akineten und Aplanosporen beobachtet. Neigung zur Palmellenbildung.

Auf Agar gezogen neigt die Art zum Zerfall der Fäden, oder zumindest zu starken bauchigen Auftreibungen der Zellen, die schließlich zur Bildung getrennter Zellen führt. Geht auf Agar schlecht an.

Zellen 3–4 μ dick, bis dreimal so lang.

Vorkommen: Vielleicht kalkholde Form; aus Altwässern verschiedener Plätze (Ischl, Traun); um Prag. In den salzhalti-

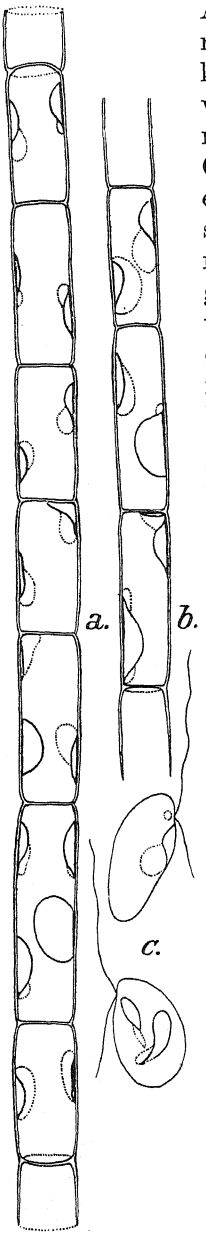


Fig. 810. *Tribonema elegans.* — *a*, *b* typische Ausbildung, *c* Schwärmer.

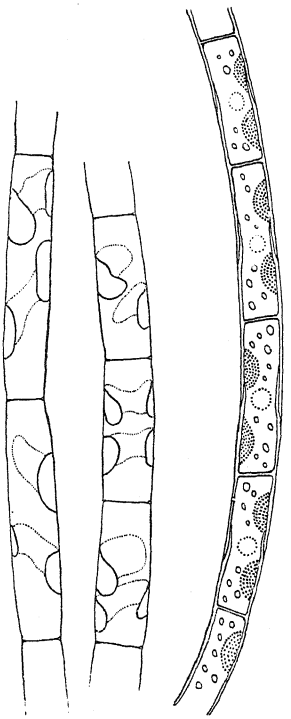


Fig. 811. *Tribonema elegans* (rechts).

gen Abzuggräben des Moores der Soos bei Franzensbad im Sudetengau (BRABEZ).

Eigenartigerweise fand HOLLERBACH [(1936), 278, Taf. 3, Fig. 23] eine sehr nahestehende, vielleicht gleiche Form, aus den Böden Rußlands bei p_H 5,1–5,2. (Fig. 812_5).

Bei dieser Art sind zwei Formen zu beobachten (siehe Fig. 810, 811). Die eine immer mit größeren Zellen und auffallenderweise kleineren Chromatophoren, die andere etwas dünner, mit oft ziemlich großen Chromatophoren. Die beiden Formen habe ich nicht zusammen gefunden.

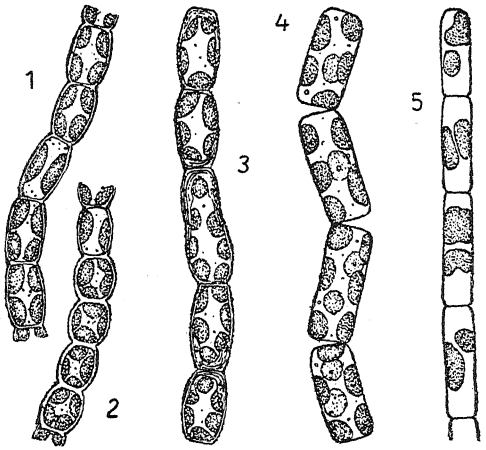


Fig. 812. *Heterothrix* und *Tribonema*. — 1. Wahrscheinlich *Heterothrix exilis*. 2. Beginnende Akinetenbildung bei *Heterothrix Bristoliana*? 3. Vielleicht *Heterothrix ulotrichoides*. 4. *Tribonema elegans* (nach HOLLERBACH). HOLLERBACH deutet *Heterothrix Bristoliana* als *Tribonema minus* und Nr. 5 als *Tribonema tenerrimum*. Der ganze Habitus der in dieser Figur dargestellten Alge spricht aber für eine *Heterothrix*.

5. Tribonema minus HAZEN (1902) (Fig. 813–816).

HAZEN, Mem. Torr. Bot. Club **11** (1902) 185. — SMITH, Wisc. Geol. Nat. Hist. Surv. Bull. **57**, Sci. Ser. **12**/1 (1920) 87. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 105. — HAWLITSCHKA, Heterokontengatt. *Tribonema* (1932) 29. — HUZEL, Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz **13** (1937) 109; nicht JAMES, Beih. Bot. Centralbl. **53** (A) (1935) 540.

Syn.: *Conferva minor* KLEBS, Bed. Fortpflanz. (1896) 347. — COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 27; — (nicht *Conferva minor* WILLE [unrichtiger Autor] im Sinne GERNECK, Beitr. Bot. Centralbl. **21**, Abt. 2 (1907) 255 = vielleicht *Tribonema vulgare*). — *Conferva bombycina* fa. *minor* WILLE, Ofv. Vet. Akad. Förh. (1881) **8**, 21, nur zum Teil; Jahrb. wiss. Bot. **18** (1887). — DE TONI, Syll. Alg. **1** (1889) 216, z. T. — ?? *Conferva bombycina* fa. *minus* WEST, G. S. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 132, z. T. — ? *Conferva bombycina stagnorum* KÜTZING, Alg. Dec. 150. — ? *Microspora fugacissima* ROTH in: RABENHORST, Alg. exs. 709.

Abb.: HAZEN, a. a. O. (1902) Taf. 25, Fig. 7, 8. — PASCHER, a. a. O. (1925) 86. — SMITH, a. a. O. (1920) Taf. 15, Fig. 17, 18[1]). — HAWLITSCHKA,

[1]) Siehe Anmerkung 1 auf Seite 964.

a. a. O. (1932) Fig. 16. — WILLE[1]), a. a. O. (1881) Taf. 9, Fig. 37; (1887) Taf. 17, Fig. 64–68. — KLEBS, a. a. O. (1896) Taf. 2, Fig. 1–8. — LAGERHEIM, Flora **47** (72) (1889) Taf. 6, Fig. 1–23. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1937) Fig. 311–319, S. 407 (Kopie nach KLEBS) — nicht: TIFFANY, Treat. Amer. Micr. Soc. **44** (1926) Taf. 15, Fig. 154 — ferner: JAMES, Beitr. Bot. Centralbl. **53** (A) (1935) Fig. 10*A–G*, S. 541.

Fäden einzeln oder in kleinen, weichen Strähnen, glatten oder leicht gekräuselten Watten, meist bald von der Unterlage abgelöst; meist lichtgrün, nie dunkler grün gesehen. Wasseralge, doch auch auf und in der Erde. Fäden meist recht gleichmäßig, an den Scheidewänden meist kaum oder nur wenig eingeschnürt (abgesehen vom Übergang zur Akinetenbildung oder bei stark vorgeschrittener fettiger Degeneration). Membran zunächst sehr zart, bei älteren Fäden sich aber deutlich verdickend, bis derb, manchmal leicht gelblich gefärbt. Chromatophoren breit rinnen-

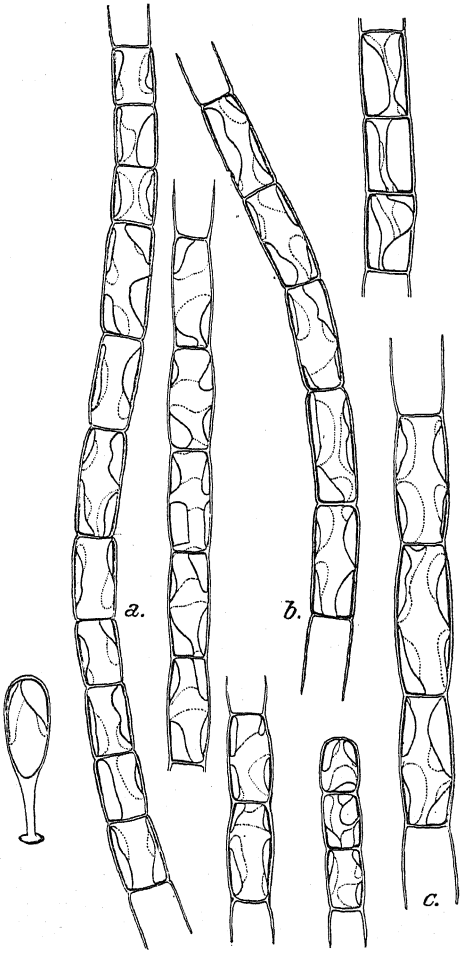


Fig. 813. *Tribonema minus.* — *a, b* typische Fadenausbildungen, z. T. in Beginn der Zellteilung, *c* Fadenstück vor der Protoplastenteilung. Darunter und darüber mehrere kurze Fadenstücke, um die Variabilität anzudeuten. Links ein auffallend lang gestielter Keimling.

[1]) Alle folgenden Zitate sind bei sämtlichen *Tribonema*-Arten nur mit größter Vorsicht aufzunehmen. Nur ein Teil erstreckt sich hier auf *Tribonema minus*, da von verschiedenen Autoren auch die „dünnen" Formen von *Tribonema „bombycinum"* hierhergestellt werden, die in dieser Bearbeitung als *Tribonema vulgare* geführt sind (= *Tribonema bombycinum* fa. *tenuis* HAZEN z. T.).

förmig, in der Regel zwei in der Zelle, einander gegenüberstehend oder verlagert, oft aber in allen Zellen eines Fadens vier (vielleicht Teilungshemmungen). Chromatophoren nicht verdickt, manchmal recht klein und blaß. Schwärmer in der Einzahl oder zu zweien gebildet, in der Regel mit zwei Chromatophoren, immer (?) ohne Stigma, sehr formveränderlich. Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel kurz, aber nicht stummelförmig. Keimling mit abgerundeten Enden, ohne Mem-

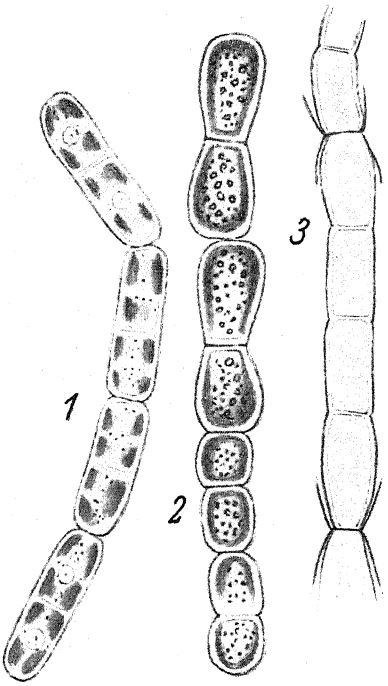


Fig. 814. *Tribonema minus*: 1. beginnender Fadenzerfall, 2. Akinetenbildung. 3. *Bumilleria*-artige Ausbildung (s. S. 932) (nach Klebs).

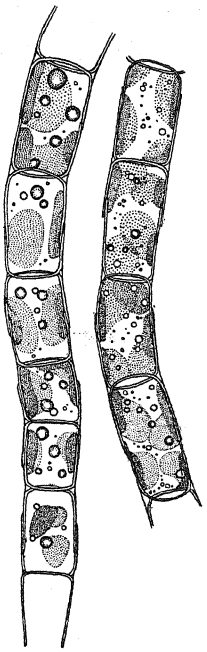


Fig. 815. *Tribonema minus*. — Material aus einer Bodenprobe.

branspitzchen, mit meist langlebiger Haftzelle und oft langem, zartem Stielchen, das sehr leicht abbricht. Aplanosporen und Akineten, diese auch in Reihen oder als Fadenakineten gebildet. Palmellastadien sehr wahrscheinlich.

Zellen 4–6 μ, meist aber nicht über 5 μ messend, etwas länger als dick, bis zweimal so lang. Vor der Teilung gelegentlich bis dreimal so lang.

Vorkommen: Eine der verbreitetsten, nicht aber immer der häufigsten Algen, die vielleicht kalkhaltiges Wasser bevorzugt

und Moorwässer zu meiden scheint und auch auf der Erde wächst und etwas in sie eindringt. Die vorhandenen Angaben über *Tribonema minus* sind nur mit Vorsicht zu verwerten, da sie sich zum Teil auch auf *Tribonema vulgare* und sogar *Heterothrix*-Arten beziehen. Von sehr vielen Stellen Europas, aus Asien, Amerika angegeben. Von mir auch aus Erde südafrikanischer, zeitweiliger Wasserläufe gezogen.

Falls HOLLERBACHS Angaben (1936) sich auf diese Art beziehen, bei p_H-Werten von 5,6–6,4 als Bodenalge.

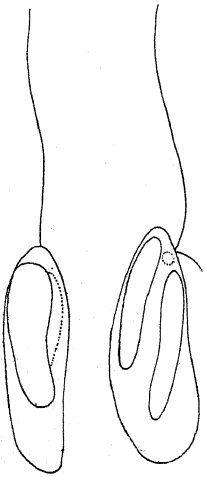


Fig. 816. *Tribonema minus*. — Schwärmer, links von der Schmal-, rechts von der Breitseite.

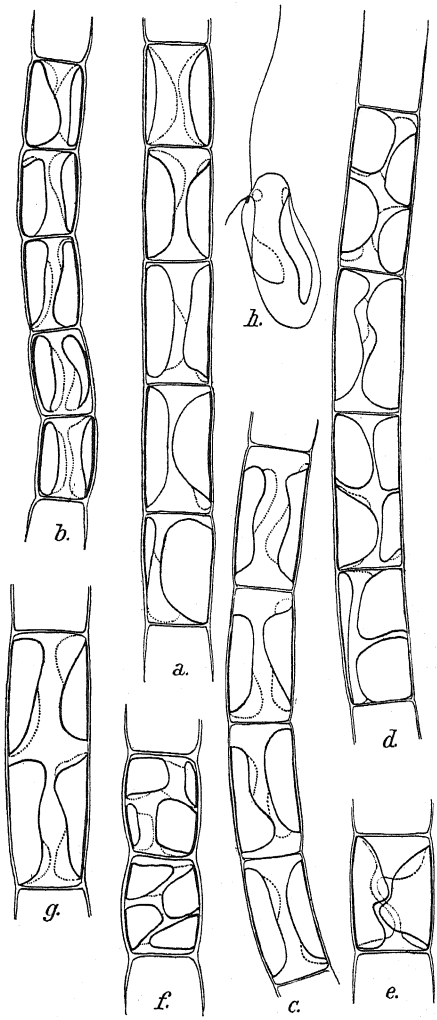


Fig. 817. *Tribonema aequale*. — *a*, *b*, *c* Fäden verschiedener Ausbildung, *d*, *e*, *f* Zellen vor der Teilung, ebenso *g*, *h* Schwärmer.

6. Tribonema aequale Pascher (1925) (Fig. 817, 818).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 103 — nicht *Conferva bombycina* var. *aequalis*. — Kützing, Tab. phyc. **3** (1858) Taf. 46, Fig. 1.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1925) Fig. 84*c*, S. 104.

Fäden einzeln oder eigenartige lichtgrüne schlüpfrige Strähnen und Flocken bildend, die sich sehr leicht ablösen und immer eigenartig gekämmt und fast niemals kraus oder wellig oder leicht verfilzt sind. Fäden an den Querwänden nicht oder ganz undeutlich eingezogen, zunächst mit einem zarten Stielchen, der übrigens lange lebensfähigen Haftzelle festsitzend, aber sehr leicht abbrechend. Membran sehr zart; H-Stücke sehr schwer erkennbar, meist nur an den Abbruchstellen zum Ausdruck kommend. Chromatophoren oft zwei, groß und rinnenförmig, meist einander gegenüberstehend oder auch übereinanderstehend, sich mit den Rändern manchmal fast berührend, doch auch wieder recht klein und unscheinbar, immer blasser grün als bei anderen Arten und meist sehr zart und dabei ziemlich gleich groß. Schwärmer meist zu zweien gebildet, amöboid, mit meist zwei, z. T. binnenständigen Chromatophoren (häufig auch einer), der bauchständige mit einem deutlichen Augenfleck, über körperlanger Hauptgeißel und ganz kurzer, fast stummelförmiger Nebengeißel. Akineten nicht gesehen. Aplanosporen oft in großen Mengen, meist zu zweien oder einzeln in den Zellen gebildet.

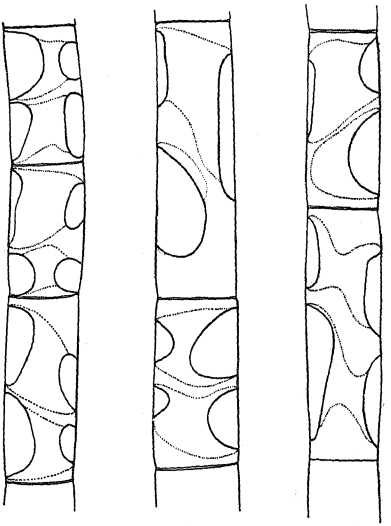


Fig. 818. *Tribonema aequale*, Fadenzellen im frühen Stadium der Teilung.

Zellen 5–7 μ dick, bis $2^1/_2$ oder 3mal so lang.

Vorkommen: Verbreitete, doch nicht häufige Alge. Vor allem in stehenden Gewässern. In Kultur nicht leicht Schwärmer bildend, doch leicht auf festen Nährboden angehend und seidig glänzende, strähnige, zarte Decken bildend. Altwässer der Beraun bei Karlstein, in einer Form mit kleinen Chromatophoren aus warmen Wiesenlachen auf der Valluga (Vorarlberg); Gräben bei Skive auf Jütland usw. Kultur: Prag, Basel.

Die eigenartige Strähnigkeit der Flocken und Kulturen kommt dadurch zustande, daß die Alge sehr gleichmäßig walzliche Zellen hat und nicht sehr zur Tonnenform der Zellen neigt.

Vielleicht sind mehrere konstante Formen vorhanden, vor allem scheinen mir die Formen mit den kleinen Chromatophoren recht fest zu sein; sie behielten sie bei guter Ernährung auch auf festen Nährboden bei.

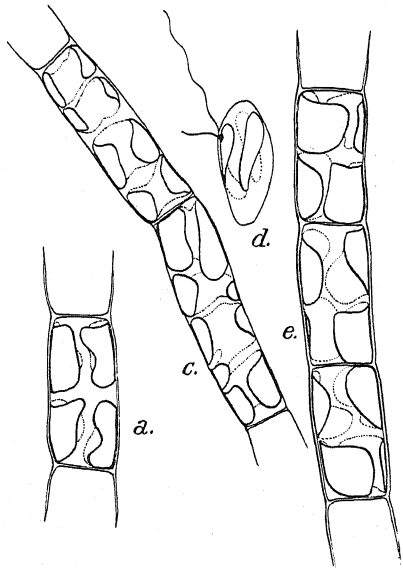


Fig. 819. *Tribonema regulare.* — *a*, *e* typische Ausbildung sauerer Standorte, *c* Zellen vor der Teilung.

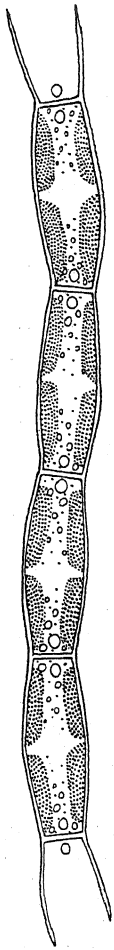


Fig. 820. *Tribonema regulare.* — Ausbildung von den salzhaltigen Mooren der Soos bei Franzensbad.

Hier sei eine Art erwähnt, die, wenn auch von verschiedenen Standorten, doch zu wenig gesehen wurde. Die Fäden sind ziemlich derb und starr, mit fester, aber nicht derber Wand. Zellen, bei normaler Ausbildung, höchstens zweimal so lang als dick. Chromatophoren meist sehr regelmäßig, vier in zwei übereinanderstehenden Paaren in der Form gegenüberstehender Platten. Zellen manchmal recht regelmäßig tonnenförmig (siehe

Fig. 819). Schwärmer mit zwei bis vier Chromatophoren. Nebengeißel ca. $^1/_3$ der Hauptgeißel. Stigma deutlich. Aplanosporen und Akineten gesehen (***Tribonema regulare***).

Die Alge lebt auch halbterrestrisch und neigt dann zu akinetenartigem Fadenzerfall. Gewiß keine kalkholde Form.

Anscheinend nicht häufige Form: aus leicht saueren Wiesengräben bei Prag. Aus der Soos bei Franzensbad (hier mehr tonnenförmige Zellen [Fig. 820]), aus leicht anmoorigen Wiesen bei Riendles (südlicher Böhmerwald).

7. Tribonema ulotrichoides (Fig. 821–823).

Fäden auffallend steif, dabei leicht brüchig und die kleinen Watten oder Flöckchen auffallend strähnig und hart. Watten und Flöckchen recht dunkelgrün und ganz an Chlorophyceen erinnernd, nur bei starker Bestrahlung blasser und leicht gelblich. Zellen ausgesprochen kurzwalzlich oder ganz leicht tonnenförmig, mit ziemlich derber Haut und allerdings selten eingestreuten, sehr derben H-Stücken. Haut oft leicht gelblich. Chromatophoren in der Regel zwei, auffallend groß, mulden- bis rinnenförmig, in jungen Zellen oft einander gegenüber gelagert; in längeren Zellen übereinanderstehend, und bei Zellen, die viel Öl gespeichert haben (vielleicht Beginn der fettigen Degeneration), den Querwänden angelagert; nicht selten, wohl meist wegen ihrer Größe die Zellenden selber breit auskleidend (Fig. 821); manchmal gelappt, doch ohne jede Verdickung. Oft sind die Chromatophoren so groß, daß zwischen ihnen nur ganz schmale, helle Streifen bleiben (Fig. 821 *b*, *c*, *d*). Bei sehr gutem Wachstum vergrößern sich die Chromatophoren so sehr, daß sie sich falten oder unregelmäßig umschlagen und ihre Form schwer erkennbar wird (Fig. 821 *d*). Junge Zellen haben nicht selten nur einen, dann auch, wie bei *Ulothrix*, förmlich gürtelförmigen Chromato-

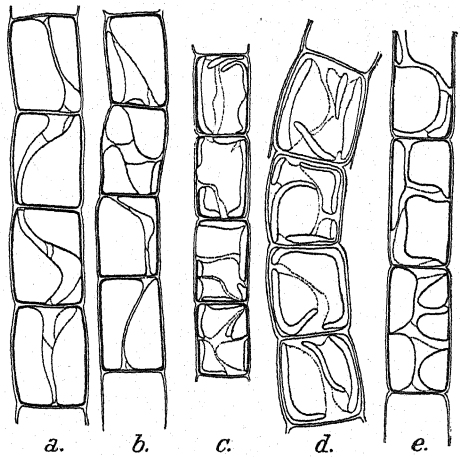


Fig. 821. *Tribonema ulotrichoides.* — *a*, *b* typische Fäden, *c*, *d* Fäden, deren Zellen auffallendes Chromatophorenwachstum zeigen. Chromatophoren im Beginn der Zellteilungen.

phoren. Schwärmer einzeln oder zu zweien gebildet, mit einem oder zwei manchmal sehr binnenständigen Chromatophoren, deutlichem Augenfleck und $1^1/_2$mal körperlanger Hauptgeißel. Nebengeißel kurz, kaum ein Fünftel davon, fast stummelförmig. Amöboidie der Schwärmer sehr häufig, oft treten sie schon als Amöben aus. Keimling ohne Membranspitzchen. Aplanosporen wie Akineten gesehen.

Zellen ca. 10 μ dick, bis 26 μ lang (niemals auffallend lang).

Vorkommen: Wahrscheinlich stenotherme und dabei wärmeliebende, nicht häufige Form. Mehr humussaure oder moorige Stellen, Gräben sauerer Wiesen, Waldbodentümpel; vielleicht auch in Gräben mit moorigem Wasser. Vielleicht auch auf feuchter Walderde.

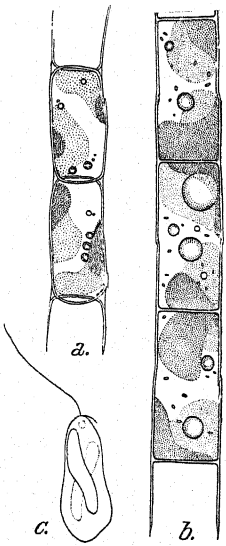


Fig. 822. *Tribonema ulotrichoides.* — Verschiedene Chromatophorenausbildung. Vielleicht vor der Teilung. *C.* Schwärmer

8. Tribonema affine West (1904) (Fig. 824).

West, G. S., Treat. Brit. Freshw. Algae (1904) 208. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 135. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 104. — Huzel, Veröff. Württ. Landesinstalt Naturschutz **13** (1937) 109.

Syn.: *Conferva affinis* West, G. S., Journ. Bot. **41** (1903) 76; — nicht aber: Alg. exs. 250. — ? Rabenhorst, Süßwasserfl. Sachsen **1** (1865) 246. — ? Crouan; in: Schramm et Maze, Alg. Guadeloupe **1**, 35 nr. 64).

Vereinzelte Fäden oder zarte Flocken bis lockere Watten, mit meist eigenartiger trübgrüner, bis fast gelblichbräunlicher Farbe, seltener in dichten, derberen Rasen, an denen die eigenartige Färbung noch viel auffälliger wird. Fäden recht gleichmäßig; an den

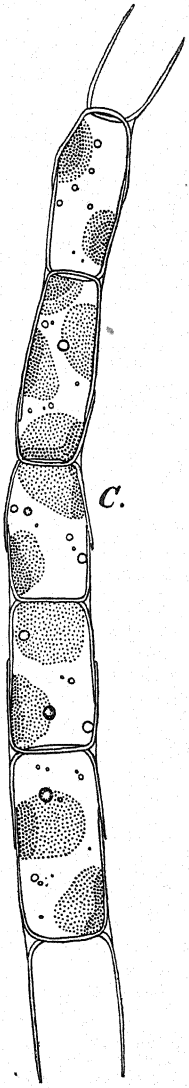


Fig. 823. *Tribonema ulotrichoides.* — Halbaerophile Ausbildung.

Scheidewänden kaum eingeschnürt. Zellen ausgewachsen immer vielmals länger als dick (bis 14mal), mit sehr zarter bis etwas dickerer, immer aber fester Haut. Fäden meist nicht leicht zerbrechlich. Chromatophoren meist recht wechselnd ausgebildet; einer, meist aber zwei bis drei, recht unregelmäßig rinnenförmig bis bandförmig, manchmal gürtelförmig oder fast leicht schraubig, nicht verdickt, mit manchmal recht unregelmäßig lappigem Umriß und meist eigenartiger trüber Färbung. Schwärmer von mir nicht ganz vollständig gesehen, mit meist einem mehr bandförmigen und binnenständigen Chromatophoren, vielleicht Stigma. Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel nur ein Viertel davon. Keimlinge in ein deutliches Spitzchen verschmälert, oben mit einer kürzeren oder längeren feinen Membranspitze, die manchmal fast kurz borstenförmig werden kann. Andere Stadien nicht gesehen.

Fig. 824. *Tribonema affine.* — Beachte die verschiedene Ausbildung des Chromatophoren.

Zellen um 5 μ dick, 6 μ meist nicht überschreitend.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus England (Cornwall, South of Helston, St. Marys [Scilly-Ins.]) und aus Mitteleuropa in humösen bis leicht moorigen, langsam ziehenden oder stehenden Gewässern: Böhmerwald, Schwarzwald, aus Braunschweig; Rauhe Alb (Schwaben).

Diese eigenartige Form steht, wenn wir von der im Zusammenhang mit *Tribonema angustissimum* behandelten Form absehen (siehe S. 959, Fig. 806 *e*, *f*, *g*), bis jetzt innerhalb *Tribonema* recht allein. Der Name ist ein Kompromißname. Das KÜTZINGsche Exsikkat läßt überhaupt nicht erkennen, ob es *Tribonema* ist. RABENHORSTs Beschreibung läßt die Hierhergehörigkeit nicht sicher erkennen und — (ich gebe wieder, was HEERING angibt) — die von RABENHORST mit dieser Art synonym erklärte *Conferva subtilis* (KÜTZING, Tab. phyc. **3**, Taf. 42, Fig. 6) läßt eine Deutung überhaupt nicht zu. Den Art-Namen *affine* bezog erst WEST auf unsere Alge.

9. Tribonema subtilissimum (Fig. 825).

Syn.: *Tribonema bombycinum* fa. *tenue* z. T. HAZEN, Mem. Torr. Bot. Club **11** (1902) 185 — z. Teil. — *Conferva bombycina* fa. *tenuis* COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 96, z. Teil.

Fäden einzeln oder schleierhafte, dünne, eigenartig lichtgrüne Flöckchen oder Watten bildend, manchmal in Form von schön ausgerichteten Strähnen überrieselten Felsen anliegend, eigenartig schmierig (wegen der Feinheit der Fäden) sich angreifend. Keimlinge mit deutlichem, nicht abgesetztem Stielchen festsitzend, meist (ob immer?) mit einer deutlichen kurzen bis längeren, manchmal recht derben Borste am oberen Ende. Fäden ziemlich festsitzend und nicht immer leicht ablösbar. Die Watten werden meist dadurch gebildet, daß sich lange festgewachsene Strähnen durch Zerbrechen der Fäden ablösen. Zellen walzlich bis leicht tonnenförmig, immer ziemlich gestreckt, mit sehr zarter Membran. Chromatophoren mehrere bis 8, scheibchenförmig, manchmal ein wenig unregelmäßig,

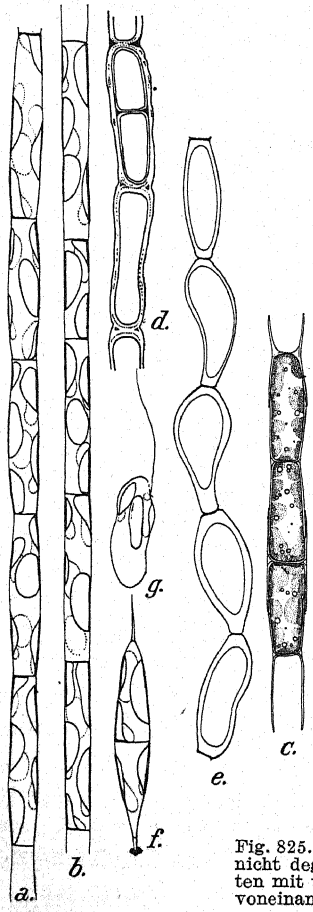


Fig. 825. *Tribonema subtilissimum.* — *a*, *b*, *c* vegetative, nicht degenerierte Fäden, *d* Fadenakineten, *e* Fadenakineten mit tonnenförmigen Einzelakineten, die sich sehr leicht voneinander trennen, *f* zweizelliger Keimling, *g* Schwärmer.

gelegentlich nur einer oder zwei, meist schön grün, selten (besonders bei Vorkommen an Stellen mit viel organischer Substanz) etwas blasser. Schwärmer in der Ein- oder Zweizahl gebildet, mehr gestreckt als bei anderen Arten, mit drei bis acht Chromatophoren (wahrscheinlich) ohne Augenfleck. Hauptgeißel über körperlang, Nebengeißel nicht gesehen, vielleicht nur kurz und stummelförmig. Akineten oder Fadenakineten vorhanden (Fig. 825 *e*). Aplanosporen nicht beobachtet, aber wahrscheinlich.

Zellen 2–3 μ dick, meist mehr gegen 3 μ, 4–8mal so lang.

Vorkommen: Wahrscheinlich verbreitete Alge, die aber mit anderen dünnen Formen, wie *T. angustissimum*, *monochloron* usw. einfach als *Tribonema tenerrimum* bezeichnet wurde. Vielleicht kalkhold. Im Betonrinnsal der Wasserbecken in der Lunzer Station (1926); aus Tümpeln im Salzkammergut, die in Zusammenhang mit Wiesengräben standen (hier sehr blaß); als allerdings sehr unreine Strähne von einer überrieselten Felswand in der Rettenbachschlucht bei Ischl; und einmal auch in vereinzelten Fäden aus einem Straßengraben auf Falster (Dänemark). Vielleicht Art höherer Wärme.

Diese Form wurde sicher wiederholt beobachtet, und sicher oft als „junge" Fäden von *Tribonema „bombycinum"* angesprochen.

10. Tribonema vulgare Pascher (1925) (Fig. 826).

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 108 — (ohne Abbildung). — *Tribonema bombycinum* fa. *tenuis* z. T. Hazen, Mem. Torr. Bot. Club **11** (1902) 185. — ? *Conferva minor* „Wille" (Autor falsch zitiert) im Sinne Gernecks, Beih. Bot. Centralbl. **21** (1907) 255 (vielleicht *Conferva bombycina* * *minor* Wille, Öfvers. Kgl. Vet. Akad. Förhandl. **1881**, Nr. 8. — *Conferva bombycina* fa. *tenuis* Collins, Green Algae N. Am. (1902) 96 z. Teil.

Abb.: ? Wille, a. a. O. (1881) Taf. 9, Fig. 36, ?, 38, ? 40. — ? Tiffany, Trav. nat. Am. Micr. Soc. **44** (1926) Taf. 15, Fig. 163.

Sehr feinfädige, etwas schlüpfrige, eigenartig weiche Strähne oder Flocken von dunkelgrüner bis hellgrüner Farbe bildend, die meist straff, seltener etwas kraus sind. Fäden nicht sehr leicht zerbrechlich, mit kürzerem Stielchen oder fast direkt mit der nur wenig differenzierten und lange teilungsfähigen Haftzelle festsitzend. Zellen, wenn älter, besonders bei beginnender Reservestoffspeicherung leicht tonnenförmig, sonst Fäden an den Querwänden nur wenig oder gar nicht eingezogen. Membran meist zart, doch besonders bei mehr tonnenförmigen Zellen stärker, manchmal bräunlich, gelegentlich mit Eisen-

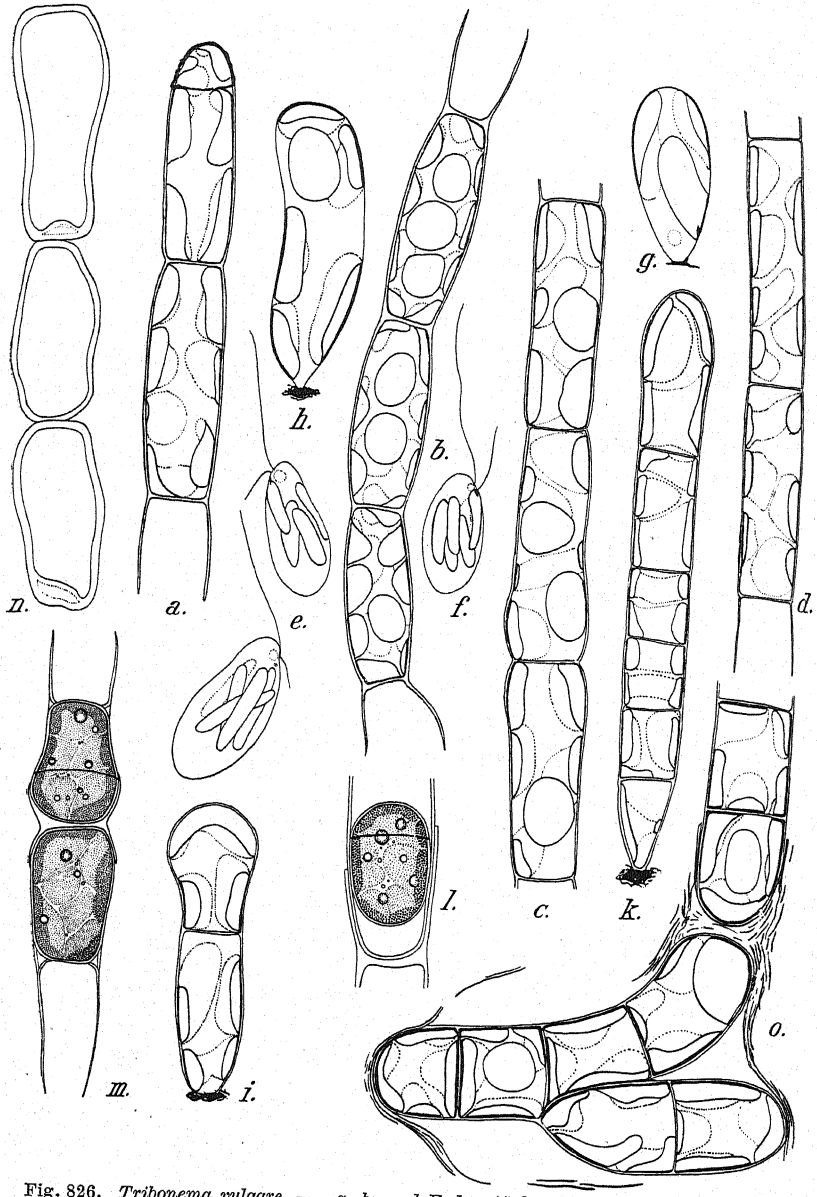


Fig. 826. *Tribonema vulgare.* — *a*, *b*, *c*, *d* Fadenstücke in guter Ausbildung, *e*, *f* Schwärmer, *g* einzelliger Keimling, *h* einzelliger Keimling vor der ersten Teilung, *i* zweizelliger Keimling mit noch teilungsfähiger Basalzelle, *k* sechszelliger Keimling, Basalzelle bereits nicht mehr teilungsfähig, *l* Aplanospore, *m* Akinetenbildung, *n* Fadenakineten, *o* gekeimte Fadenakineten; in den einzelnen Akineten haben sich kurze, später in die Länge wachsende Fäden gebildet, die durch die derben Membranreste der Akineten getrennt sind. Im unteren, mehr quer liegenden Fadenstück kam es zur Längsteilung einer Zelle, infolgedessen Gabelung.

oder Kalkauflagerung (*Psichohormium*-Stadium vorhanden). Chromatophoren mehrere bis viele, meist schön scheibchenförmig, gelegentlich auch unregelmäßig. Vielleicht eine Rasse mit konstant wenigen und großen Chromatophoren vorhanden. Schwärmer oft nur in der Einzahl gebildet, mit mehreren Chromatophoren, etwas über körperlanger Haupt- und kurzer, fast stummelförmiger Nebengeißel, ohne Stigma oder mit wenigen mehr gelblichen Körperchen statt des Stigmas. Aplanosporen, Akineten und auch Fadenakineten gesehen. Palmellastadien sichergestellt, die sowohl von den Schwärmern als auch durch Fadenzerfall gebildet sein können.

Zellen 6–8 μ dick, bis 3–6mal so lang.

Vorkommen: Sehr verbreitete und sehr häufige Alge, die sich in Kulturen als völlig konstant erwies und in keiner Weise in das sehr ähnliche, aber größere *Tribonema viride* überging. Vielleicht mehrere ökologische Rassen: sowohl aus kalkhaltigen wie auch kalkfreien, moorigen, sauren Wässern.

Hazen stellt [(1902) 85, Taf. 25, Fig. 4, 5] eine forma *tenue* zu *Tribonema bombycinum*, die nur zum Teil der *Conferva bombycina* fa. *minor* Wille entspricht. Diese Willesche forma *minor* umfaßt auch das *Tribonema minus* Hazen = *Conferva minus* Klebs, das eine völlig eigene Art ist, die nichts mit der fa. *tenue* im Sinne Hazens zu tun hat. Möglicherweise entspricht die Hazensche fa. *minor* dem *Tribonema vulgare*. Es ist nicht wahrscheinlich, daß es dünne Formen von *Tribonema bombycinum* gibt, die gelegentlich zur typischen Form werden können.

Vielleicht gehört hierher jenes *Tribonema*, das James [Beih. Bot. Centr. **11** (A) (1935) 540, Fig. 10*A–E*] aus Erde kultiviert hat und als *Tribonema minus* bezeichnet. Leider sind die Angaben zu unsicher.

11. Tribonema viride Pascher (1925) (Fig. 827/8)

Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 106. — Huzel, Verh. Württ. Landesstelle Naturschutz **13** (1927) 109. — *Tribonema bombycinum* Derbès et Solier, Suppl. Compt. rend. **1** (1856) 18 z. T. — Hazen, Mem. Torr. Bot. Club **11** (1902) 184. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 101. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 36 (1906) 131. — Hawlitschka, Heterokontengattung *Tribonema* (1932) 28 (jedes Zitat für seinen Teil sich hierher beziehend). — *Conferva bombycina* Agardh, Alg. Scand. (1817) 78; Syst. Alg. (1824) 83. — Kützing, Spec. alg. (1849) 371. — Rabenhorst, Flora Eur. Alg. **3** (1868) 223. — Wille, Oefv. Vet. Akad. Förhandl. (1881/88). — Lagerheim, Flora **72** (1889) 104–209. — Cooke, Brit. Freshw. Algae **137** (1883/84). — Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 142. — De Toni,

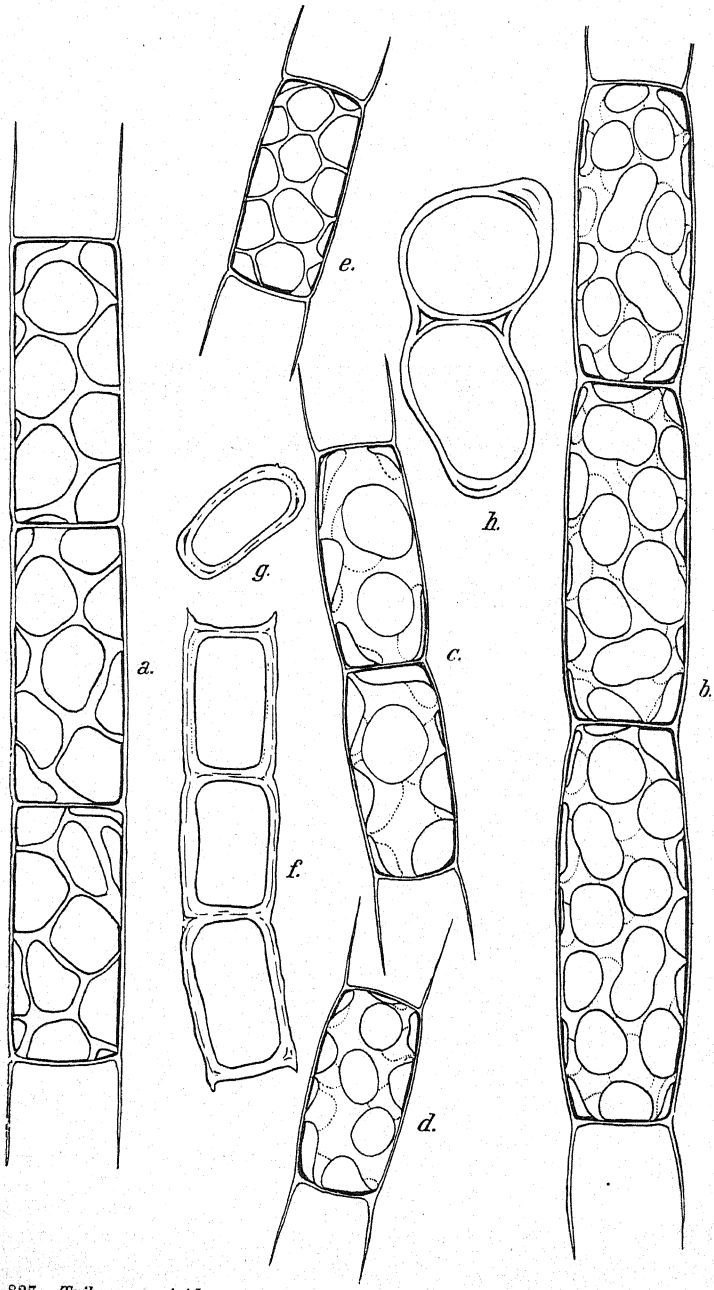


Fig. 827. *Tribonema viride.* — *a* Fadenstück mit zylindrischen, *b* mit leicht tonnenförmigen Zellen, *c, d, e* eine dem *T. vulgare* nahestehende Form mit etwas kleineren Zellen. Beachte bei *b* die in Teilung begriffenen Chromatophoren, bei *c–e* die verschiedene Größe und Zahl der Chromatophoren, *f, g, h* Akineten und Fadenakineten.

Syll. Alg. **1** (1889) 216. — Bohlin, Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**/3, Nr. 3 (1887). — Wille, Nat. Pflanzenfam., Abt. 1, **3** (1897) 85. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 76. — Collins, Green Algae N. Am. (1909) 96. — Zitate wahrscheinlich nur zum Teil auf unsere Art zutreffend.

Abb.: Kützing, Tab. phyc. **3** (1853) Taf. 44, Fig. 1, 2. — Wille, a. a. O. (1881) Taf. 9, Fig. 41–43; Taf. 10, Fig. 51–54. — Lagerheim, a. a. O. (1889) Taf. 6. — Cooke, a. a. O. (1883/84) Taf. 53, Fig. 4. — Wolle, a. a. O. (1887) Taf. 121, Fig. 8, 9. — Bohlin, a. a. O. (1897) Taf. 1, Fig. 1–14; Taf. 2, Fig. 44–46. — Derbes et Solier, a. a. O., Taf. 4, Fig. 16–21. — Hazen, a. a. O. (1902) Taf. 25, Fig. 1–3. — Hawlitschka, a. a. O. (1932) Fig. 15 (?). — Tiffany, Trav. Am. Micr. Soc. **44** (1926) Taf. 15, Fig. 152. — Die meisten Abbildungen nur mit Vorsicht auswertbar.

Fäden meist in leicht- bis gelblichgrünen, doch auch sattgrünen, weichen Watten, die manchmal eigenartig kraus oder auch gleichmäßig straff sind (je nach der Form der Zellen, ob mehr tonnenförmig oder mehr walzlich). Fäden meist lange festsitzend. Basalzelle mit kurzem oder längerem Stielchen, doch oft auch direkt aufsitzend. Fäden an den Querwänden manchmal recht frühzeitig eingeschnürt[1]). Zellen zwei- bis achtmal so lang als dick, mit meist fester, dabei aber meist nicht sehr derber Haut, die Schichtungen zeigen kann. Chromatophoren unregelmäßig bis regelmäßig scheibchenförmig, oft in der Form eines halben Gürtels, der sich später zerteilt. Gelegentlich Chromatophoren auffallend dick und manchmal eigenartig trüb grün (vielleicht mehr durch äußere Faktoren bedingt). Schwärmer recht formveränderlich, mit mehreren Chromatophoren, ohne (?) Stigma und Nebengeißel. Amöboidie häufig. Aplanosporen, Akineten (auch als Fadenakineten).

Zellen 10–12(–15) μ dick; vier- oder mehr mal so lang als dick.

Vorkommen: Vielleicht die häufigste *Tribonema*-Art, die gewiß nicht einheitlich ist. Meist kalkhold und eurytherm. Doch gibt es kalkliebende Formen, die bei zunehmender Sommerwärme verschwinden. Eine selbständige Form scheinen die oft stark „verschleimten" Ausbildungen in den Mooren zu sein, die auch morphologisch etwas abweichen, ohne daß ich imstande wäre, dies mit Worten genau auszudrücken. Sie haben etwas kleinere Zellen und sind sehr beständig. Ob sie auch in kalkhaltigen Wassern auftreten, vermag ich nicht zu sagen (siehe Fig. 827*c*, *d*, *e*).

---

[1]) Vielleicht für die einzelnen Rassen verschieden.

Völlig zu streichen sind eine ganze Reihe von angegebenen und zumeist nur recht oberflächlich beschriebenen Formen:

Völlig unklar:

Conferva martialis HANSTEIN[1]), Sitzungsber. niederrhein. Ges. Bonn. **5**, 1. Hälfte (1878) 78; Hedwigia (1878) 119. Falls überhaupt ein *Tribonema*, dann nur ein *Psichohormium*-Stadium (siehe S. 941/2). [Nach HEERING

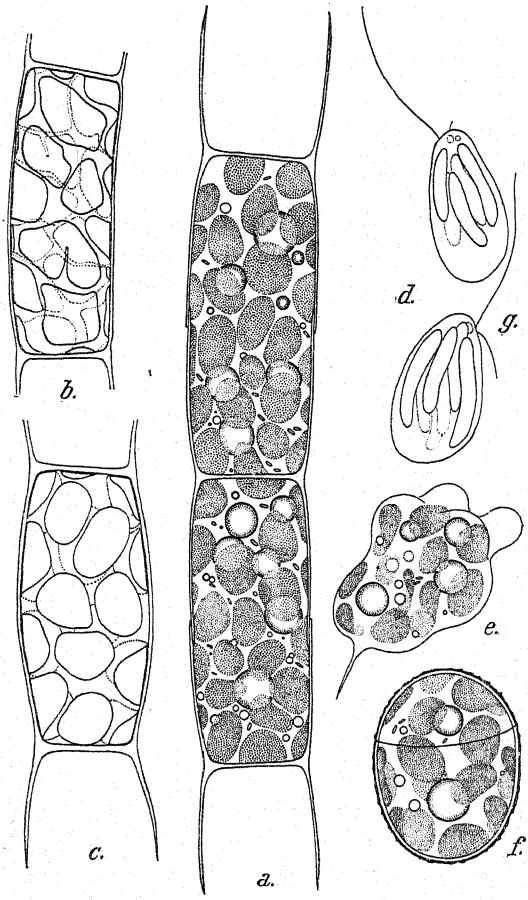


Fig. 828. *Tribonema viride.* — *a*, *b*, *c* vegetative Zellen, beachte die Verschiedenheit der Chromatophoren: bei *b* Einleitung der Teilung, *d*, *g* Schwärmer, *e* Amöbe, aus dem ganzen Protoplasten einer Zelle gebildet, *f* Aplanospore, aus dem Protoplasten einer Zelle gebildet.

---

[1]) DE TONI, Syll. Alg. **1**/1 (1889) 220; nach DE TONI gehört hierher noch *Conferva Naveana* RABENHORST, Flor. Eur. Alg. **3** (1864/5) 324. Die *Psichohormium*-Zitate lese man in DE TONI, Syll. Alg. I (1889) 1, 216 nach. Sie sind völlig belanglos.

(1906) 132 gibt es dazu noch eine als var. *crassior* bezeichnete Form: De Toni, Syll. Alg. **1** (1889) 216; nach De Toni = *Conferva fucescens* Rabenhorst, Krypt. Flor. Sachs. **1** (1886) 247; Flor. Eur. Alg. **3** (1864/5) 325. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. 76. — Von Kützing als *Psichohormium fucescens* (Spec. alg. 375) geführt. Möglicherweise handelt es sich dabei aber auch um *Microspora*.

Tribonema bombycinum var. *utriculosum* Heering (1906) 133, siehe *Tribonema utriculosum* (S. 983).

Weitere zu *Tribonema bombycinum* bzw. *Conferva bombycina* gestellte Formen sind:

var. *pallida* Kützing, Spec. Alg. 372, Tab. phyc. 3, Taf. 44. — Hansgirg, Prodr. Flora Böhm. (1886) 76. — De Toni, Syll. alg. **1** (1889) 216, ganz unklar: (Fäden 6–12 μ dick, 2 bis mehrmals so lang, blaß- bis gelbgrün; sicher Gemengsel sehr degenerierter Formen).

var. *sordida* Kützing, Tab. phyc. 3, Taf. 44. — Hansgirg, a. a. O. (1886) 76. — De Toni, a. a. O. (1889) 216: Zellen 12–15 μ dick, dunkel- bis schmutziggrün. Vielleicht *Microspora*.

var. *major* Wille, in Wittr.-Nordstedt, Alg. aqu. dulc. exsicc. 519. — Bot. Notiser (1883) 149: dickere Formen, vielleicht auch *Microspora*, da Wille in seinen ersten Arbeiten *Microspora* und *Conferva* (= im Sinne des heutigen *Tribonema*) nicht unterschied.

var. *elongata* Rabenhorst, Krypt. Flor. Sachs. **1** (1886), 246; Flor. Eur. Alg. **3** (1864/5) 324. — Hansgirg, a. a. O. (1886) 76. — De Toni, a. a. O. (1889) 216: blasse Fäden mit $12^1/_2$ μ dicken Zellen, die bis 12mal länger als dick sind.

Alle diese Formen sind wahrscheinlich aufzugeben, da weder feststeht, inwieweit sie sich auf *Tribonema* oder *Microspora* beziehen, und, selbst wenn *Tribonema*, welche Arten für sie in Frage kommen. Vielfach handelt es sich nur um degenerierte Formen.

12. Tribonema intermixtum (Fig. 829–831).

Tribonema spec. Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 108.

Bis jetzt nur als kleine, dunkelgrüne, fast Chlorophyceen-artige Fadenbündel unter anderen Algen und nicht in größeren Watten oder Büscheln gesehen. Fäden eigenartig steif und dadurch recht regelmäßig gestaltet, daß die Zellen meist schön walzlich und nicht oder nur wenig an den Querwänden eingezogen haben und die Membranen dünn, doch recht fest sind. H-Stücke meist deutlich erkennbar. Fäden nicht leicht zerbrechlich. Chromatophoren vier bis sechs, groß und den größten Teil der Wand auskleidend, meist muldenförmig, oft leicht gelappt, ohne Verdickungen. Schwärmer recht formveränderlich, mit 2–3 großen und bandförmigen, z. T. binnenständigen Chromatophoren, mit Stigma und eineinhalbmal

körperlanger Geißel. Nebengeißel klein und fast stummelförmig. Keimlinge nicht gesehen. Diese Art neigt sehr zur Bildung von Aplanosporen und Akineten, wie auch an ihr die eigenartigen Gabelungen des Fadens, die durch abweichende Längsteilung des Zellprotoplasten entsteht, zu beobachten war (siehe in bezug

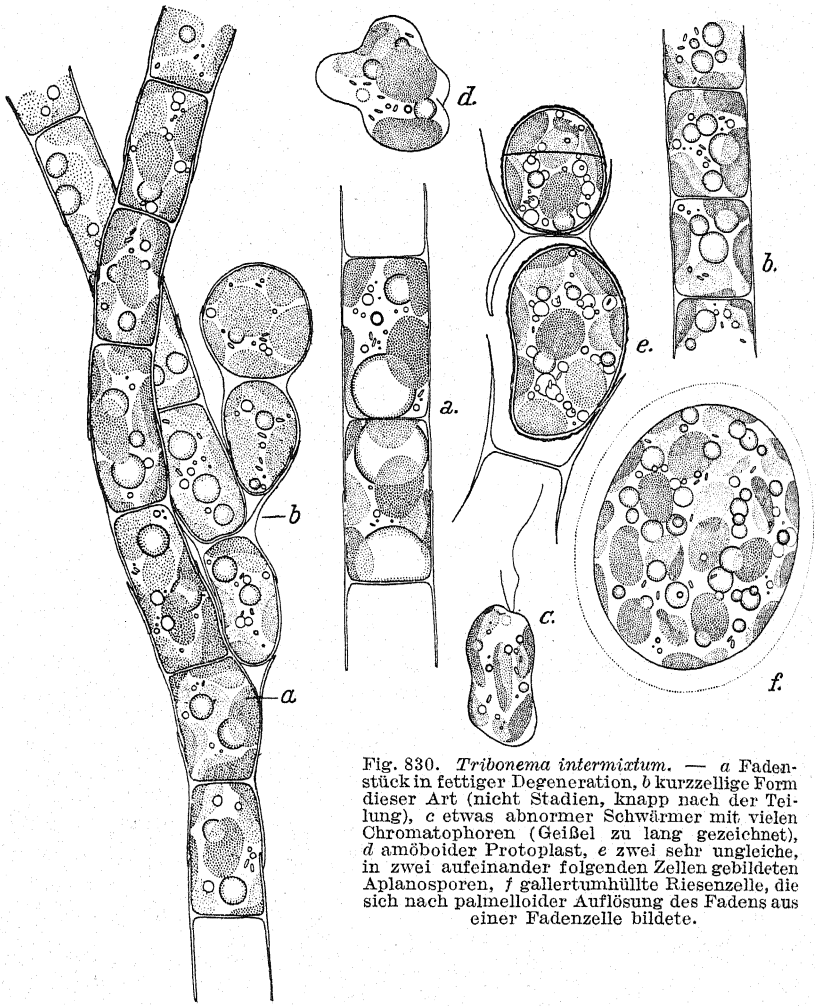


Fig. 830. *Tribonema intermixtum.* — *a* Fadenstück in fettiger Degeneration, *b* kurzzellige Form dieser Art (nicht Stadien, knapp nach der Teilung), *c* etwas abnormer Schwärmer mit vielen Chromatophoren (Geißel zu lang gezeichnet), *d* amöboider Protoplast, *e* zwei sehr ungleiche, in zwei aufeinander folgenden Zellen gebildeten Aplanosporen, *f* gallertumhüllte Riesenzelle, die sich nach palmelloider Auflösung des Fadens aus einer Fadenzelle bildete.

Fig. 829. *Tribonema intermixtum.* — Mehrfach verzweigter, in bezug auf die Protoplasten aber ziemlich normaler Faden, bei *a* erste Verzweigung, deren linker Ast zu einem langen Faden auswuchs, der zweite Ast hat sich bei *b* nochmals gegabelt. Der linke Ast dieser zweiten Gabelung schloß nach ungefähr acht Zellen mit Akineten ab, während der rechte Ast nur zweizellig wurde und dann die beiden Zellen in dünnwandige Akineten umwandelte, wahrscheinlich hätten sich die Wände dieser Akineten noch sehr stark verdickt.

auf Akineten und Aplanosporen auch die Fig. 829). Palmellen nicht gesehen, dagegen Fadenakineten, die sich oft über acht und noch mehr Zellen erstrecken können.

Zellen 10–12 μ dick, bis zweimal so lang, selten länger.

Vorkommen: Mehrmals, aber immer eingemischt gesehen. Gegen Temperaturschwankungen vielleicht recht unempfindlich. Ufer eines jetzt ausgefüllten Moldaualtwassers bei Prag mit *Oedogonium*; kleine Teiche in der Fränkischen Schweiz mit *Rhizoclonium*; aus einem Graben mit langsam fließendem Wasser bei Niemes (Sudetengau).

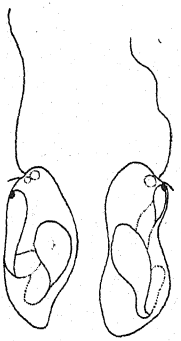


Fig. 831. *Tribonema intermixtum.* — Schwärmer.

HAWLITSCHKA ist [(1932) 30] geneigt, diese Art mit ihrem *Tribonema binucleatum* zu vereinigen. Ganz abgesehen davon, daß HAWLITSCHKA mit gehemmtem Material gearbeitet zu haben scheint, stimmen die beiden Formen morphologisch nicht überein; bei der Form, die HAWLITSCHKA vorlag, ließ die Membran die H-Struktur ohne Quellungsmittel nicht erkennen, während sie bei *T. intermixtum* recht deutlich ist. Die Zahl der Kerne ist kein Charakteristikum (siehe S. 943), bei *T. intermixtum* war in der Regel nur ein Kern, aber gelegentlich bei Teilungshemmung, oft durch ganze Fäden auch zwei vorhanden.

13. Tribonema Gayanum PASCHER (1925) (Fig. 832/3).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 106.

Syn.: *Tribonema bombycinum* aut. zum Teil.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 87*b*.

Meist derbe, nicht selten brüchige Fäden, die eigenartige, leicht krause, oft verfilzte, selten glattsträhnige Flocken und Watten bilden, die oft lange festsitzen. Fäden mit meist recht kurzem Stielchen, wahrscheinlich direkt mit der Haftzelle verfestigt, an den Querwänden recht frühzeitig leicht eingeschnürt, meist bereits die zweizelligen Keimlinge solche Einschnürungen zeigend, doch auch fast gleichmäßige Fäden. Membran meist derb, oft auffallend dick, immer mehr oder weniger deutlich geschichtet, nicht selten und frühzeitig rötlich verfärbt, zur Vergallertung neigend und oft deutlich weich. Chromatophoren wenige, 4–8, meist auffallend groß und immer recht regelmäßig scheibenförmig, manchmal auffallend verdickt und Pyrenoide vortäuschend und meist grüner als bei anderen Arten. Schwärmer meist zu zwei gebildet, mit zwei oder mehreren, mehr

binnenständigen Chromatophoren und ohne[1]) Augenfleck. Nebengeißel nur ein Viertel oder weniger der etwas mehr als körperlangen Hauptgeißel. Keimling ohne Membranspitzchen. Fäden nicht selten in allen Übergängen zu derbwandigen, meist ellipsoidischen Akineten und darauffolgendem Fadenzerfall. Aplanosporen bekannt. Nicht aber palmelloide Auflösung der Fäden.

Zellen 10–17 μ, seltener bis 19 μ messend.

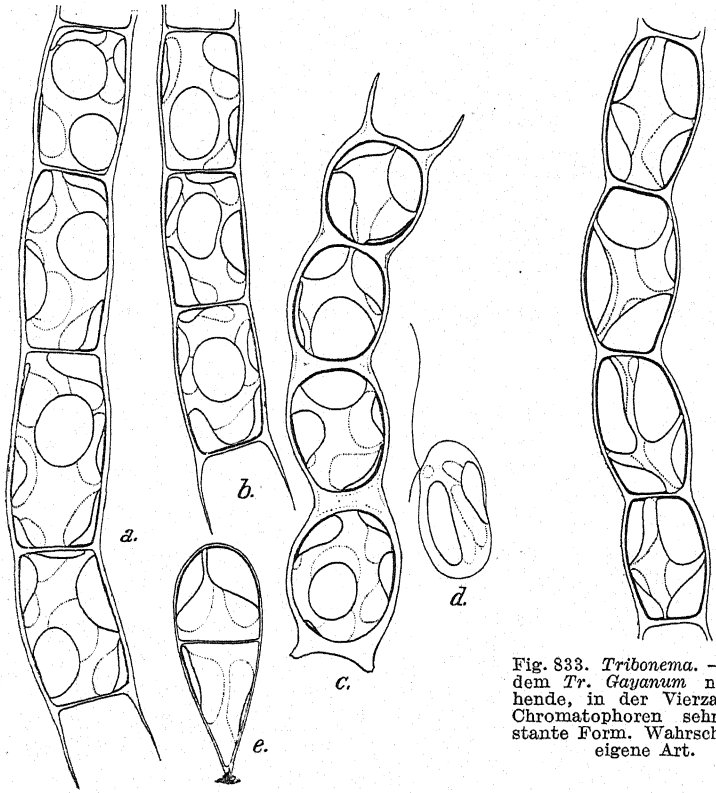


Fig. 832. *Tribonema Gayanum.* — *a*, *b* typische Fäden, bei *c* vielleicht Umwandlung in Fadenakineten, *d* Schwärmer, *e* zweizelliger Keimling.

Fig. 833. *Tribonema.* — Eine dem *Tr. Gayanum* nahestehende, in der Vierzahl der Chromatophoren sehr konstante Form. Wahrscheinlich eigene Art.

Vorkommen: Nicht häufige, vielleicht mehr Wärme liebende Form, die meist erst im Sommer als Flocken oder Strähne auftritt, sonst meist nur als einzelne Fäden zu finden ist. Im Gebiet wiederholt gesehen, vielleicht kalkholde Form.

---

[1]) Nicht ganz sicher.

Vielleicht mehrere wenig verschiedene Formen. Eine hatte, bei sonst völliger Übereinstimmung, kleinere, aber nicht mehr Chromatophoren. HAWLITSCHKA (1928) möchte diese Art als den Typus des früheren *Tribonema bombycinum* bezeichnen. Gerade *Tr. Gayanum* hat aber immer größere und weniger Chromatophoren und entspricht dem, was HAWLITSCHKA in ihrer Arbeit S. 28, Fig. 15 abgebildet hat. Diese Figur entspricht völlig dem *Tribonema viride* (siehe S. 975).

In die Nähe von *Tribonema Gayanum* gehört eine sehr auffallende Form, die bis 18 μ in die Dicke mißt und regelmäßig vier Chromatophoren hat. Die Alge bildet kaum Watten. Leider sah ich zu wenig von ihr. Siehe Fig. 833. Alge leicht sauerer Gewässer, sehr wärmeliebend.

14. Tribonema utriculosum HAZEN (1902) (Fig. 834).

HAZEN, Mem. Torr. Bot. Club **11** (1902) 186. — HAWLITSCHKA, Heterokontengattg. *Tribonema* (1932) 30. — COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 97.

Syn.: *Tribonema bombycinum* var. *utriculosum* HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 133. — *Conferva utriculosa* KÜTZING, Alg. Dec. (1856) 114. — Spec. alg. (1849) 372. — ? WILLE, Ofvers. Kgl. Vet. Akad. Förhandl. 8 (1881) 22. — WOLLE, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 140. — DE TONI, Syll. Alg. **1**/1 (1889) 140. — *Conferva bombycina* var. *utriculosa* WILLE, Jahrb. Wiss. Bot. **18** (1887) 469 als Unterart. — ? *Conferva ventricosa* KÜTZING, Phyc. Germ. (1845) 203.

Abb.: HAZEN, a. a. O. (1902) Taf. 25, Fig. 9–11. — KÜTZING, Tab. phyc. **3** (1853) Taf. 44, Fig. 55. — WILLE, a. a. O. (1881) Taf. 10, Fig. 67 (?). — WOLLE, a. a. O. (1887) Fig. 140. — TIFFANY, Trav. Am. Mic. Soc. **44** (1926) Taf. 15, Fig. 155.

Fäden einzeln oder in dunkelgrünen, straffen Strähnen bis zu gekrausten Flocken oder verfilzten Watten. Fäden sehr derb und eigentümlich hart, mit einer kurz gestielten Haftzelle festsitzend. Oberste Zelle breit abgerundet, nicht zugespitzt (ob immer?). Zellen zunächst schön walzlich, sehr bald aber aufgetrieben und dann unregelmäßig tonnenförmig bis leicht birnenförmig; nicht selten, ohne daß sichtbare Zeichen einer Degeneration vorhanden wären, recht unregelmäßig. Membran immer sehr fest, derb, ja dick und nicht selten deutlich geschichtet, manchmal mit einzelnen, sehr derben H-Stücken. Chromatophoren in der typischen Ausbildung wenig, auffallend groß und dann nicht regelmäßig scheibchenförmig (Fig. 384*a*), in einzelnen Formen aber auch klein und scheibchenförmig (Fig. 384*b–c*). Schwärmer vielleicht ohne Stigma, mit mehreren, seltener einem mehr oder weniger binnenständigen Chromatophoren, überkörperlanger

Haupt- und einer Nebengeißel, die ungefähr ein Fünftel der Hauptgeißel mißt. Akineten, wie auch Akinetenfäden, gesehen.

Zellen 12–19 μ, gelegentlich noch mehr μ dick.

Vorkommen: Vielleicht kalkholde Form, die in der typischen Ausbildung nicht in moorigen Gewässern vorkommt. Vielleicht nicht sehr wärmeliebend (von COLLINS direkt als Frühjahrsform bezeichnet). Meist nur in geringer Menge entwickelt, seltener in größeren Flocken oder Watten.

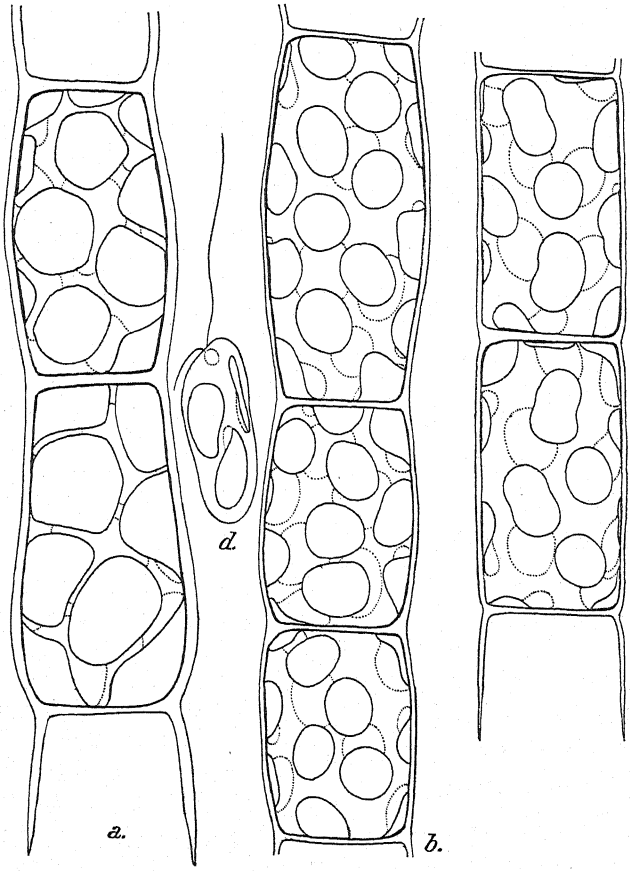


Fig. 834. *Tribonema utriculosum.* — *a*, *b*, *c* vegetative Fadenstücke, beachte die großen Unterschiede in der Chromatophorengröße. Rechts Chromatophoren in Teilung, *d* Schwärmer.

HAWLITSCHKA möchte die Art hauptsächlich durch die von ihr beobachtete Vierkernigkeit umreißen. Die von mir gesehenen Formen erwiesen sich fast ausnahmslos als einkernig, nur ältere, gehemmte Fäden hatten, doch

meist auch nicht in allen Zellen, mehrere Kerne. Diese Fäden zeigten aber nicht das Aussehen gutwachsenden Materiales, sondern machten den Eindruck, als seien sie irgendwie stecken geblieben. Wahrscheinlich hatte HAWLITSCHKA gehemmtes Material vor sich, das, vor der Schwärmerbildung eingesammelt, sich dann nicht weiterentwickelte. Ich möchte hier Nachprüfung empfehlen. HAWLITSCHKA möchte auch *Tribonema viride* zu *Tribonema utriculosum* stellen. *Tribonema viride* gehört aber in den Formenkreis des ehemaligen *Tribonema bombycinum*, das deshalb aufgelassen werden mußte, weil es verschiedene Arten umfaßte.

Der Name ist auch hier ein Kompromißname. Keine der KÜTZINGschen Beschreibungen und Abbildungen läßt sich einwandfrei auf unsere Alge beziehen. Seine Fig. stellen einfach Tribonemen mit mehr tonnenförmigen Zellen dar und können sich auf alle dickeren Arten beziehen.

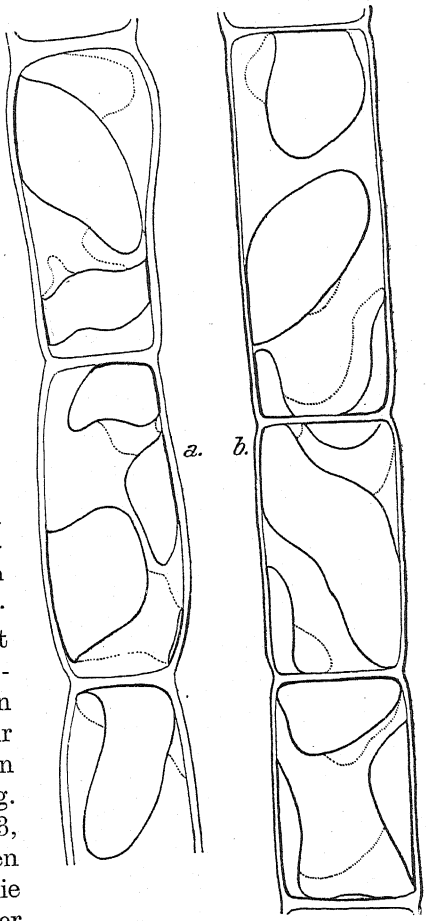


Fig. 835. *Tribonema*. — Eine dem *T. utriculosum* nahestehende, wahrscheinlich aber selbständige Art: *T. makrochloron*.

Die Art ist sicherlich nicht einheitlich und wird bei näherem Studium in mehrere Arten aufgeteilt werden müssen. Sehr auffallend sind jene im übrigen sehr konstanten Formen (Fig. 835), die meist nur 2 oder 3, oft nur einen recht großen Chromatophoren haben, die meist plump, bandförmig quer oder schief, ja sogar quer durch die Zelle gehen. Diese Formen messen ca. 16 μ in der Dicke (gelegentlich bis 24 μ). Ich bezeichnete sie in meinen Notizen als ***Tribonema makrochloron.*** Moorform.

15. Tribonema crassum PASCHER (1925) (Fig. 836).

PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 108.

Syn.: ? *Conferva Ansonii* AGARDH var. *brevis* WITTROCK u. NORDSTEDT, Bot. Notiser (1882) 55.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1925) Fig. 88*a*, S. 107 (Figur schlecht!). — ? BOHLIN, Bih. K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Abt. 3, Nr. 3 (1897) Taf. 2, Fig. 4.

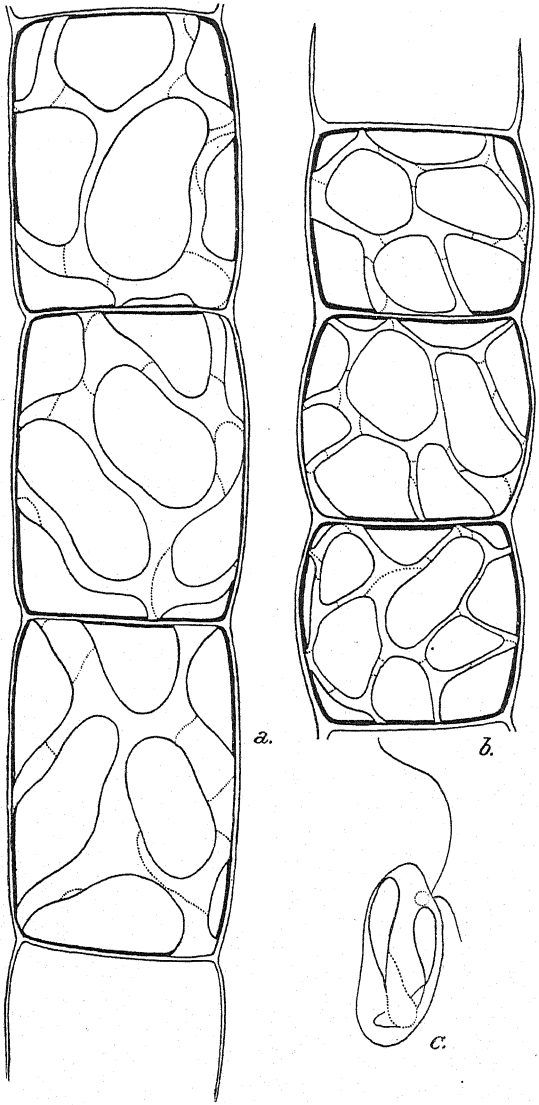


Fig. 836. *Tribonema crassum.* — *b* typische Ausbildung, *a* Form mit konstant längeren Zellen, *c* Schwärmer.

Derbe Fäden, einzeln oder in groben Strähnen, mit an den Scheidewänden etwas eingezogenen, ziemlich leicht brüchigen

Fäden. Membran derb, manchmal deutlich verdickt und dann auch geschichtet. Zellen bei der typischen Form nur wenig länger als dick oder so lang wie dick. Chromatophoren nicht sehr viele, groß und meist länglich scheibenförmig bis kurz bandförmig, oft dicht aneinanderschließend, ohne Verdickungen. Schwärmer zu 4–8 gebildet, mit zwei bis mehreren, oft binnenständigen Chromatophoren und vielleicht ohne Stigma[1]). Hauptgeißel eineinhalbmal körperlang; Nebengeißel ein Viertel davon messend. Andere Stadien nicht gesehen. Akineten aber sehr wahrscheinlich.

Zellen 25–32 μ dick.

Vorkommen: Recht vereinzelt. Im Bassin des Gartens des Naturwissenschaftlichen Universitäts-Institutes in Prag (seit 1936 verschwunden); von einem überrieselten Kalkfelsen bei Ischl (mit Konjugaten, in einer längerzelligen, sehr beständigen Form [Fig. 836 a], doch mit den gleichen Chromatophoren) vielleicht eigene Art. Wohl wärmeliebende Form.

Es ist den Literaturangaben nicht zu entnehmen, inwieweit diese Art den dicken, zu *Tribonema „bomycinum"* gestellten Formen entspricht. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die *Conferva Ansonii* var. *brevis* NORDSTEDT, die BOHLIN (1897) Taf. 1, Fig. 41 und 42 abbildet, *Tribonema crassum* oder eine sehr nahestehende Form. Leider sah ich nur recht schlechtes, sehr unreines Exsiccatenmaterial von dieser Alge (NORDSTEDT und WITTROCK, Exsiccat 420).

Es gibt mehrere, voneinander verschiedene Arten in dieser Dicke. Ich verweise hier nur auf die in Fig. 837 abgebildete Form, die sicher nichts mit *Tribonema crassum* zu tun, immer längere Zellen und immer viele scheibenförmige Chromatophoren, Schwärmer mit Augenfleck und recht kurzer Nebengeißel hat. Zellen bis 35 μ dick (vielleicht mehrkernig). ***Tribonema giganteum.***

Mit *Microspora* haben diese beiden Arten, es sei dies ausdrücklich gesagt, nichts zu tun: keine Stärke, die typischen Heterokontenschwärmer.

Zu steichende *Tribonema*-Arten:

Tribonema tenerrimum HEERING. [Mitt. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 130. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 101. —
Syn.: *Microspora tenerrima* GAY, Bull. Bot. Franc. (1886) LVI. — *Conferva tenerrima* aut.-haud KÜTZING. — Es ist völlig unklar, ob eine *Tribonema*-Art oder eine *Microspora* gemeint ist. In alg. Florenwerken

[1]) Die Feststellung, ob das Stigma fehlt, ist oft sehr schwer.

wird alles als *Tribonema tenerrimum* bzw. *Conferva tenerrima* zusammengefaßt, was unter 5 μ dick ist. In dieser Größenklasse sind aber, wie die vorliegende Bearbeitung zeigt, recht verschiedene Arten vorhanden (*T. angustissimum*, *T. monochloron* usw.).

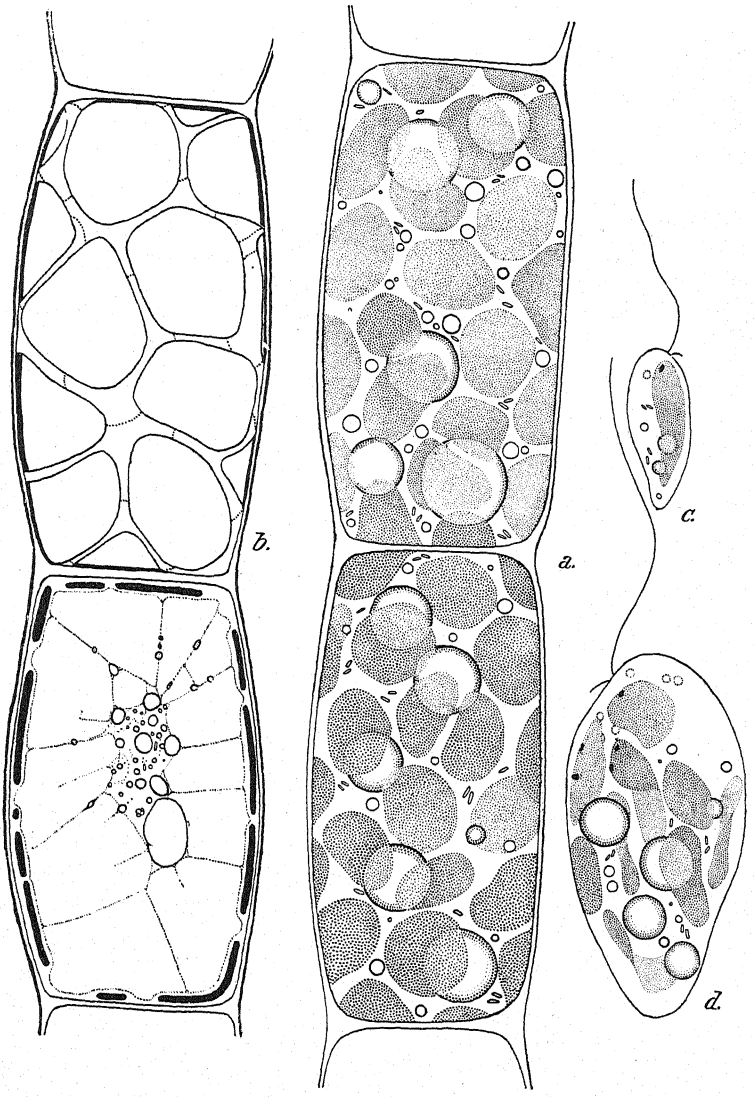


Fig. 837. *Tribonema giganteum.* — *a* zwei typische Zellen, bei *b* die untere Zelle im optischen Längsschnitt, *c*, *d* zwei Schwärmer, *c* abnorm kleiner Schwärmer, *d* Schwärmer mit vielen kontraktilen Vakuolen, mehreren Augenflecken, doch nur einem Geißelapparat; wahrscheinlich mehrere Kerne vorhanden. Diese anomale Ausbildung entspricht wahrscheinlich mehreren, in ihren Protoplasten nicht gehemmten Schwärmern.

Tribonema cylindricum HEERING [Mitt. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 134]. — PASCHER, Süßwasserfl. (1925) 101.

Syn.: *Conferva cylindrica* BORGE, Süßwasseralgen Patagoniens **18** (1901) Taf. 2, Fig. 1.

Zellen walzlich, an den Enden kaum oder undeutlich eingezogen, 13 bis 14,5 μ dick, 3–8mal so lang; Zellwand 1–1,5 μ dick. Völlig ungenügend beschrieben und nicht erkennbar. Wahrscheinlich in vollem Wachstum befindliche Fäden mit mehr zylindrischen Zellen, die zufällig noch keine degenerativen Zustände hatten.

Tribonema Raciborskii HEERING [Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 135]. — *Conferva Raciborskii* GUTWINSKI, Nuov. Not. (1892) 17. — WEST, W., Journ. Bot. **31** (1893) 98, Taf. 33, fig. 9.

Gehört, wie bereits WEST und HEERING vermuten, zu *Microspora Loefgrenii*. Im übrigen stimmt die Form WESTS nicht ganz zur Beschreibung GUTWINSKIS.

Tribonema obsoletum G. S. WEST [Treat. Brit. Freshw. Algae, 1. Aufl. (1904) 258. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 101]. — *Conferva obsoleta* WEST, W. und WEST, G. S., Journ. Bot. **41** (1903) 77, Taf. 446, Fig. 18–21.

Beschreibung völlig unzureichend; wahrscheinlich *Microspora*. Was ich in der Süßwasserfl. als hierher gehörig anführte, bezieht sich, wie ich nachträglich sah, auf krankhafte Ausbildungen von *Microspora*.

Tribonema quadratum PASCHER [Süßwasserfl. **11** (1925) 107, Fig. 88*b*] gehört nach genauer Untersuchung zu der im Jahre 1932 aufgestellten Gattung *Heterothrix*. Siehe diese Bearbeitung unter *Heterothrix quadrata* (S. 927). Meine in der Süßwasserflora gegebene Figur ist ganz unzureichend und schlecht.

Zu *Tribonema* können wegen der mangelhaften Beschreibungen oder Abbildungen nicht gestellt werden:

Conferva glacialis KÜTZING, Phyc. germ. (1845) 202; Spec. Alg. (1849) 370.

Conferva glacialoides WOLLE, Bull. Torr. Bot. Cl. **6** (1877) Nr. 27, 41; Freshw. Algae U. S. A. (1887) 143, Taf. 120, Fig. 5–8.

Conferva rigida REINSCH, Algenfl. Frank. (1867) 226, Taf. 13, Fig. 5.

Conferva sansvicensis AGARDH, Syst. Alg. (1824) 91, Nr. 25 (wahrscheinlich *Rhizoclonium*).

Conferva punctalis DILLWYN, Brit. Conf. Taf. 51 (vielleicht *Ulothrix*).

Conferva rhypophila KÜTZING, Phyc. germ. (1845) 202; Spec. Alg. (1849) 370.

Als ganz unsichere Heterotrichalen seien hier angefügt:

Psephonema SKUJA (1937) (Fig. 838).

ἡ ψῆφος = der Stein (Kieselstein); το νῆμα = der Faden.

SKUJA, H., Symbol. Sinicae **1** (1937) 70.

Sehr dünne, frei schwimmende Fäden, ohne Spitze und Grund, mit walzlichen Zellen, die sich nach der Teilung etwas voneinander trennen,

so daß die Zellenden nicht abgeplattet, sondern abgerundet sind. Dieses Auseinanderrücken der Zellen vielleicht durch die Quellung pektinartiger Substanzen bedingt. Eben geteilte Zellen liegen dicht aneinander. Zellen von einer dünnen Hülle zu Fäden zusammengehalten[1]), deren Beziehung zu den Zellmembranen nicht klar ist. Zellhaut mäßig dick und glatt, nicht verkieselt, aus zwei Halbstücken bestehend, zwischen denen sich ein verdickter ringförmiger Gürtel befindet[2]) (siehe Fig. 838*d*). Chromatophoren einer oder zwei, wandständig, oft einseitig gelagert, die beiden Zellenden frei lassend, vielleicht verdickt und vielleicht hier mit einem Pyrenoid versehen. Bei der Teilung teilt sich der Protoplast an der Stelle des verdickten Membrangürtels querdurch[3]). Zerfall der Fäden beobachtet, der an den Querwandstellen des Fadens erfolgt. Entwicklungsgeschichte völlig unbekannt, da nur fixiertes Material untersucht.

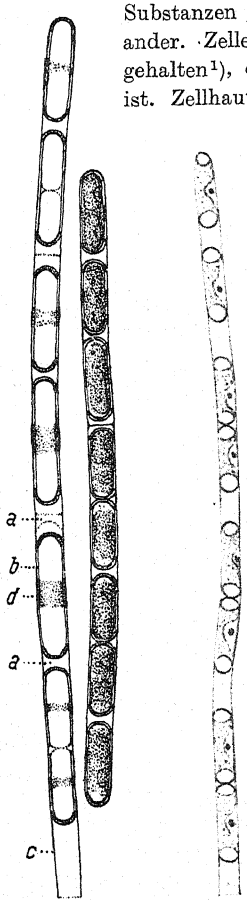


Fig. 838. Fig. 839.

Fig. 838. *Psephonema aenigmaticum.* — *a* die Zwischenwände, *b* die Membranhälften, *d* die stärker färbbaren Zwischenzone (nach SKUJA).

Fig. 839. *Planktonema Lauterborni* nach SCHMIDLE.

Eine Art:

Psephonema aenigmaticum SKUJA (1937) (Fig. 838).

SKUJA, Symbol. Sinic., Teil 1 (1937) 70.

Abb.: SKUJA, a. a. O. (1937) Taf. 3, Fig. 25, 26.

Mit den Merkmalen der Gattung.

Zellen 2–3,7 μ dick, 6–14 μ lang. Fäden bis 700 μ messend.

Vorkommen: China, planktontisch [See Örlhai bei Dali (Talifu) (HANDEL-MAZZETTI)].

In ihrer systematischen Stellung völlig unsichere Alge. Es steht, meine ich, überhaupt nicht fest, ob die Grünfärbung der Chromatophoren ursprünglich ist oder erst nach dem Tode der Alge eintrat. SKUJA stellt die Alge zu den Chlorophyceen, betont aber die Möglichkeit einer Zugehörigkeit zu den Heterokonten. Falls es sich um eine Heterotrichale handeln sollte, so gehört sie in die Nähe von *Heterothrix*

[1]) Vielleicht handelt es sich um keine richtige Fadenalge, sondern mehr um eine fädige Kolonie.

[2]) Die Zelle wird, mit Chlorzinkjod behandelt, leicht blauviolett, die verdickte Gürtelpartie der Zellmembran färbt sich mit Methylblau leicht rotviolett.

[3]) Wahrscheinlich zerfällt auch dann die Zellhaut in ihre zwei Hälften.

(S. 917), bei der die Membran ebenfalls nicht von vornherein aus zwei getrennten Halbstücken besteht, aber bei der Teilung in zwei Halbstücke zerteilt wird. Die Stellung von *Psephonema* bleibt bis zur Untersuchung lebenden Materiales völlig unsicher.

Es ist ferner nicht ausgeschlossen, daß auch die Algen, die als ***Raphidonema*** zusamm ngefaßt werden, nicht einheitlich sind. Zumindest finden sich Heterotrichalen, die dieser Alge sehr ähnlich sind. Trotz mehrfacher Studien dieser Algen (SCHERFFEL, KOL usw.) scheinen doch noch sehr wesentliche Lücken, zum Teil aber auch Beobachtungsfehler zu bestehen.

Planctonema SCHMIDLE (1903) (Fig. 839).

SCHMIDLE, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **21** (1903) 353–354, Taf. 18, fig. 20.

Kurze frei schwimmende Fäden von 2–3 μ Dicke, zarter Membran, die keine Cellulosereaktion gibt. Zellen bis 12 μ lang, meist zu zweien genähert (wahrscheinlich durch die ungleich dicken Querwände), mit einem eigenartigen axialen Chromatophoren ohne Pyrenoid und Stärke, an deren muldenförmig vertiefter Flanke seitlich der Kern liegt. An den beiden Enden der Zelle je ein heller vakuolenartiger Raum, wahrscheinlich ein Reservestoff. Vermehrung durch Querteilung andere Stadien nicht gesehen (*Planktonema Lauterborni* SCHMIDLE).

SCHMIDLE stellt die Gattung zu den Heterokonten und verweist auf die Ähnlichkeit von *Gloeotila*.

Die Stellung der Alge ist nicht sicher. Obwohl sie seit SCHMIDLE wieder gefunden wurde, stehen weitere Angaben über die Alge aus. In den „Natürlichen Pflanzenfamilien" wird sie mit *Stichococcus* vereinigt, ohne daß eigentlich ein zwingender Grund dafür vorliegt. Im übrigen sind die ganzen *Stichococcus*-artigen Algen neuerdings zu überprüfen. *Planctonema* möchte ich nicht für eine Heterokonte halten. Ich erwähne sie nur wegen der Unklarheit, die über sie herrscht.

Heterocloniales

Syn.: *Heterocloniaceae* PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **48**/2 (1931) 324; Arch. Prot. **77** (1932) 350.

Fadenförmige Heterokonten mit ausgesprochener Verzweigung. In verschiedener Weise ausgebildet, entweder aufrechte, mit einer Haftzelle festsitzende Algen mit seitlich abgehenden Zweigen, oder Algen, die in ihrer höchsten Differenzierung gegliedert sind in einen Abschnitt kriechender Astsysteme, aus denen sich aufsteigende oder aufrechte verzweigte Äste erheben. Diese Differenzierung nicht immer deutlich, einmal wird der eine, einmal der andere Abschnitt des Fadensystemes betont. Die kriechenden Fäden können zu geschlossenen Zellagen zusammenschließen, aus denen sich z. T. noch frei ansteigende

Fäden erheben. Oder die aufsteigenden Fäden fehlen völlig und die Alge besteht nur mehr aus einer Zellage, die aus den zusammengeschlossenen, kriechenden Fäden gebildet wird.

Sicher reich gegliederte Ordnung, von der wir derzeit nur wenige Vertreter kennen. Mit den bis jetzt bekannten, hier behandelten Gattungen und Arten ist die Ordnung gewiß nicht erschöpft. Es gibt auch Formen, die Kalkinkrustationen bilden.

Zwei Familien:

I. Fäden mit einer Basalzelle festsitzend, aufrecht mit abstehenden oder aufrecht abstehenden Ästen . . . . . **Heterodendraceae.** S. 992.

II. Fadensystem aus kriechenden wie ansteigenden oder aufrechten Ästen bestehend, manchmal auf die kriechenden, auch zu Zellagen zusammenschließenden Zweigsysteme beschränkt . . **Heterocloniaceae.** S. 997.

Heterodendraceae.

Bäumchenförmige, mit einer Haftzelle festsitzende Alge. Derzeit bekannt eine einzige Gattung.

5. Heterodendron Steinecke (1932) (Fig. 840–843).

ἕτερος = verschieden; *το δένδρον* = der Raum.

Steinecke, Arch. Prot. **76** (1932) 590. — Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 356.

Bäumchenförmig verzweigte Alge, die mit einer differenzierten halbkugeligen, kegelförmigen oder manchmal verlängerten, später toten Zelle festsitzt. Kleinere Ausbildungen der Alge mit mehr monopodial durchgehendem, wenn auch vielfach abgewinkeltem Hauptstamm, größere deutlich sympodial aufgebaut. Membran zart bis derb, manchmal direkt gallertig und geschichtet, speziell die Querwände manchmal sehr aufgequollen und geschichtet (vielleicht Übergang in die palmelloide Auflösung). Zellen meist nicht ausgesprochen walzlich, sondern mehr gestreckt tonnenförmig bis keulig, gerade oder leicht gekrümmt. Endzellen der Zweige an den bekannten Arten immer abgerundet bis breit abgerundet, nicht selten auch die Membran an den Enden der letzten Zweigzellen mächtig und manchmal unregelmäßig verdickt. Verzweigung meist sparrig, meist ohne wesentlichen Unterschied zwischen Hauptstamm und Seitenästen. Teilungsfähigkeit, mit Ausnahme der Basalzelle, wohl allgemein; vielleicht im Hauptstamm bei einigen Arten gegen den Grund hin abnehmend. Zweiganlage durch seitliche Ausbeulung einer Fadenzelle unter der oberen Quer-

wand. Chromatophoren einer bis mehrere, immer wandständig, ohne Pyrenoide. Protoplastenteilung innerhalb der Zellen meist schief bis fast der Länge nach; die Teilprotoplasten sich oft erst sekundär übereinanderlagernd. Schwärmer in der Ein- und Mehrzahl gebildet; Nebengeißel manchmal ziemlich lang. Die Schwärmer setzen sich fest und bilden eine zunächst kugelige oder ellipsoidische, dann breit halbkugelige bis kegelförmige Zelle, die sich dann basal verbreitert. Die erste Verzweigung setzt meist schon im zwei- bis vierzelligen Stadium ein.

Dauerstadien bis jetzt unbekannt. Palmelloide Auflösung des ganzen Fadens mit Ausnahme der untersten Zelle gesehen. Die Palmellen lassen zuerst noch die reihige Anordnung der Zellen erkennen, durch Verschiebungen und weitere Teilungen entsteht schließlich ein unregelmäßiges Lager. Die Protoplasten der palmelloid gewordenen Zellen haben kontraktile Vakuolen.

Die Alge erinnert lebhaft, auch in Einzelheiten (z. B. der halbkugeligen Haftzelle), an die Chrysotrichalen-Gattung *Phaeo-*

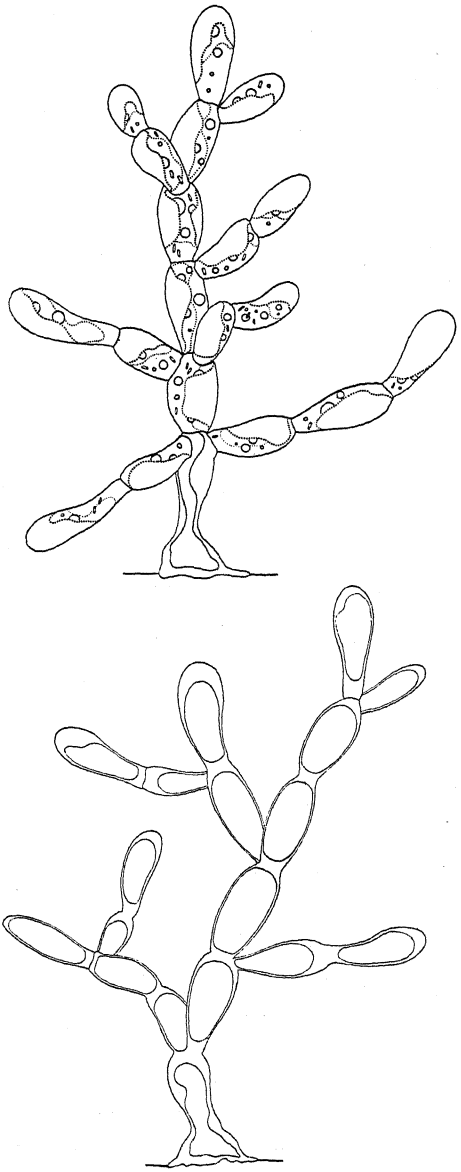


Fig. 840. *Heterodendron squarrosum*, oben typisch ausgebildete Pflanze, unten mit starker Verdickung der Querwände und gelegentlich einseitiger Verdickung der Längswände.

thamnion und ich kann die Vermutung nicht ganz ablehnen, daß es sich vielleicht um *Phaeothamnion*-Formen handelt, deren Chromatophoren keinen braunen Farbstoff bilden. Überprüfung tut dringend not[1]).

Bei oberflächlicher Durchsicht kann *Heterodendron* mit *Microthamnion*, *Leptosira*-Büscheln und anderen Grünalgen verwechselt werden.

Zwei einigermaßen gesicherte Arten:

1. Heterodendron squarrosum PASCHER (1932) (Fig. 840, 841).

PASCHER, Arch. Prot. **76** (1932) 358.

Abb.: PASCHER, a. a. O. (1932) Fig. 36, 37.

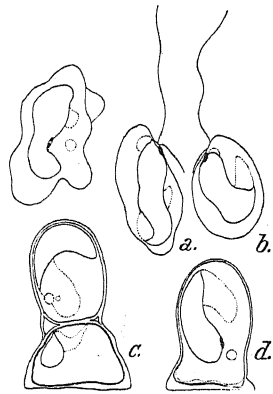


Fig. 841. *Heterodendron squarrosum.* — *a*, *b* Schwärmer, daneben amöboid gewordener Schwärmer, *d* einzelliger Keimling mit Stigma und kontraktilen Vakuolen, *c* zweizelliger Keimling, in der oberen Zelle noch kontraktile Vakuolen.

Basalzelle meist aus breitem Grunde verlängert und nicht selten leicht eingeschnürt. Membran der Zellen nicht oder nicht stark vergallertet, manchmal unregelmäßig verdickt (Fig. 840, unten). Zellen unregelmäßig (leicht gekrümmt) keulenförmig, Endzellen breit abgerundet. Ein großer rinnenförmiger Chromatophor, der manchmal gelappt ist. Äste in sehr stumpfem Winkel und dadurch recht spreizend abstehend.

Schwärmer mit einer Nebengeißel, die ungefähr ein Drittel der Hauptgeißel mißt, mit Stigma und einem manchmal binnenständigen Chromatophoren. Palmellen gesehen.

Zellen 9–18 μ lang, bis 6 μ dick. Die ganze Alge bis 150 μ erreichend, meist aber viel kleiner bleibend.

Vorkommen: An Teichufern (Frühjahrs- und Herbstform); auf Schilf und Rohrkolben, abgefallenen Zweigen und Blättern, Steinen; auch auf *Vaucheria*. Vielleicht Form der kühlen Zeit. Geht gegen die wärmere Jahreszeit in die palmelloide Ausbildung über.

---

[1]) Andererseits verweist STEINECKE bei der von ihm beschriebenen Art auf die Ähnlichkeit im Aufbau mit der Tetrasporale *Chlorodendron*. *Chlorodendron* baut jedoch seine Kolonien ganz anders auf: Beteiligung der Gallertstiele an der Koloniebildung, die unteren Teile der Äste und des Hauptstammes immer ohne lebende Protoplasten usw.

2. Heterodendron Pascheri STEINECKE (1932) (Fig. 842).

STEINECKE, Arch. Prot. **76** (1932) 592. — PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 357.

Abb.: STEINECKE, a. a. O. (1912) Fig. 1, S. 90. — PASCHER, a. a. O. (1912) Fig. 35, S. 356 (Kopie).

Haftzelle halbkugelig. Zellen mehr gestreckt tonnenförmig. Endzellen stumpf. Membran sehr derb. Querwände besonders dick, deutlich die Anteile der beiden Zellen erkennen lassend

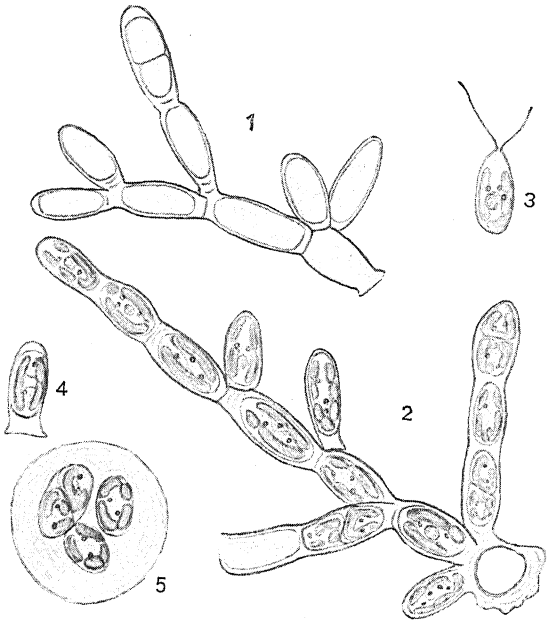


Fig. 842. *Heterodendron Pascheri.* — 1, 2 vegetative Fäden, beachte die verdickten Querwände, 3 Schwärmer, 4 Keimling, 5 Palmellastadium (nach STEINECKE).

und geschichtet. Teilung schief, nach STEINECKE in den oberen Zellen quer. Schwärmer mit körperlanger Haupt- und fast halb so langer Nebengeißel. Zellen und auch Schwärmer mit mehreren Chromatophoren. Schwärmer ohne Stigma. Auf Agar gezogen bildet die Alge Gallertlager.

Zellen 3–5 μ dick und 8–13 μ lang.

Vorkommen: Auf Oedogonien gefunden und über ein Jahr in Kultur gehalten. Aus einem kleinen Flachmoortümpel, bis jetzt nur bei Metgethen bei Königsberg. p_H-Wert 6,15.

Ich beobachtete mehrmals eine Art, die mit *H. Pascheri* die mehreren scheibchenförmigen Chromatophoren gemeinsam hat, deren Membranen zwar derb, aber doch nicht verdickt und nicht

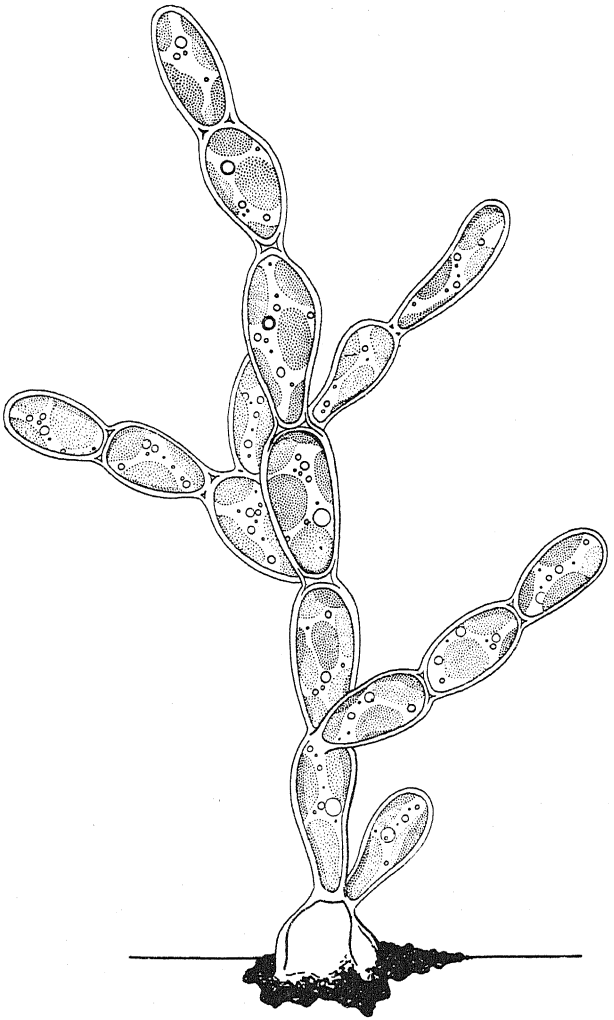


Fig. 843. *Heterodendron spec.*, wahrscheinlich eine noch wenig beobachtete eigene Art.

vergallertet aussahen. Zwischen den Quermembranen benachbarter Zellen waren Interzellularräume vorhanden. Die Zellen waren mehr keulenförmig und weniger regelmäßig. Die Haftzelle war ebenfalls mehr halbkugelig. Die Maße waren etwas

größer: 7 μ die Dicke, bis 19 μ in die Länge. Wahrscheinlich handelt es sich um eine von *H. Pascheri* verschiedene Art, vorausgesetzt, daß die Beschreibung und Abbildung STEINECKES sich nicht auf Ausbildungen bezieht, die bereits etwas zur palmelloiden Auflösung des Fadenverbandes neigten, die in Kulturen sehr leicht eintritt (siehe Fig. 843).

Heterocloniaceae

im eingeengten Sinne, nicht in der Spannweite des Synonyms auf S. 991.

Syn.: *Monociliaceae* PRINTZ, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 407. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 160.

Meist recht differenzierte, verzweigte Fadenalgen, deren Zweigsystem aus einem kriechenden Abschnitt und einem daraus kommenden, aufsteigenden oder aufrechten Abschnitt, beide Abschnitte aus vielen verzweigten Fäden bestehend, zusammengesetzt ist. Diese Gliederung und Differenzierung oft wenig deutlich, da bei den einzelnen Arten und Gattungen die beiden Abschnitte verschieden stark betont sein können. Der kriechende Abschnitt in seinem Zweigsystem manchmal sohlenartig und parenchymatisch zusammenschließend und dann mit oder ohne aufsteigende Astsysteme, im letzteren Falle nur als parenchymatische Zellage[1]) (Sohle) ausgebildet (Nematoparenchym). Differenzierte farbstoffarme oder farblose Rhizoide bis jetzt bei keiner Art gefunden. Die Abgrenzung der Gattungen ist, solange wir so wenig wissen wie jetzt, künstlich.

I. Kriechende Abschnitte nicht (parenchymatisch) zu einer Sohle oder Kruste zusammenschließend . . . . . ***Heteroclonieae*** (S. 998).
Einzige Gattung . . . . . **Heterococcus** ***6*** (S. 998).

II. Kriechende Abschnitte zu einer geschlossenen krustenartigen Sohle zusammenschließend, mit oder ohne aufsteigende Äste
Heteropodieae (S. 1012).

1. Aus der geschlossenen, krustenartigen Sohle steigen in der Mitte wie am Rande freie Äste auf . . . . . **Aeronemum** ***7.*** (S. 1012).
2. Die Alge besteht nur aus einer parenchymatischen, geschlossenen, aus der Verbindung der kriechenden Fäden entstandenen Sohle, an deren Rand noch einzelne kriechende Fäden erkennbar sind
Heteropedia ***8.*** (S. 1015).

---

[1]) Diese Formen können bei oberflächlicher Beobachtung leicht mit jenen Heterococcalen verwechselt werden, bei denen die Zellen zu meist einschichtigen, oft großen Krusten zusammenschließen Diese parenchymatischen Zellagen kommen hier (*Chloropedia*) ganz anders zustande als bei den krusten- bzw. sohlenförmigen Heteroclonialen (siehe S. 99 und S. 66).

Heteroclonieae

Diese Algen lassen die Gliederung in einen kriechenden und einen aufsteigenden Teil deutlich erkennen, doch sind bei den einzelnen Arten die kriechenden und aufsteigenden Abschnitte nicht immer gleich mächtig ausgebildet oder auch nicht immer scharf differenziert. Parenchymatische Sohlen fehlen.

Eine einzige Gattung:

6. Heterococcus Chodat (1908) (Fig. 51, 138, 139, 844–856).

Name von *ἕτερος* = verschieden (hier, wie auch bei allen hier verwendeten Zusammensetzungen, auf die verschieden langen Geißeln bezogen); *coccus-coccum* aus gr. *κόκκος* = Korn.

Chodat, Bull. Soc. Bot. Gen. (1908) 81; Monogr. Alg. pur. (1913) 177; Etude crit. exp. s. l. polymorph. d. Alg. (1909) 73. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 113. — Vischer, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 379; a. a. O. **47** (1937) 225.

Syn.: *Monocilia* Gerneck, Beih. Bot. Centralbl. **21**/11 (1907) 263 (sehr unvollständig beschrieben). — Wille, Nat. Pflanzenfam., Nachträge zu Teil I, Abt. 2 (1911) 86. — Printz, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., **3** (1927) 408, zum Teil. — Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 352, zum Teil (ausschl. *Aeronmum*). — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 160 (ausschl. *Monocilia simplex*). — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 495 (zum Teil).

Algen, die kleine Räschen, mehr strahlig angeordnete Fadensysteme bilden oder rein kriechend sein können und dabei eine Größe von 1–2 mm erreichen. Die höchst entwickelten Formen sind deutlich in kriechende und aufsteigende bis aufrechte Abschnitte gegliedert, ohne daß es aber zur Bildung von Sohlen oder weniger gefärbten oder farblosen Rhizoiden kommt. Einige Formen zeigen diese Gliederung nur recht undeutlich, sei es, daß mehr die aufsteigenden oder die kriechenden Systeme betont sind (vielleicht sind das Extrem rein kriechende Formen). Die Verzweigungen sind besonders an den aufsteigenden Abschnitten oft nicht sehr weit durchgeführt und überschreiten die dritte oder vierte Ordnung nur selten.

Die Zellen der gut wachsenden Fäden haben meist die gleiche Dicke höchstens daß, wie es bei einer Art (*H. Mainxii*) der Fall ist, die allerletzten Zellen etwas verdünnt sind. Niemals kommt es aber zu den starken Verdünnungen, die zu spitzen oder haarartigen Aussendungen führen. Das Wachstum zeigt keine ausgesprochene Lokalisation, wenn sich auch natürlich die jüngeren, vorderen Fadenabschnitte lebhafter teilen als die mehr zentral gelegenen, älteren.

Die Verzweigung erfolgt nach der üblichen Weise: unter der oberen Querwand wölbt sich die Zelle seitlich, meist in der Richtung des Lichtes aus. Obwohl bei *Heterococcus* noch nicht untersucht, ist es wahrscheinlich, daß nach der Teilung des Kernes der eine Tochterkern in die Auswölbung, die sich vergrößert, einwandert, worauf es zur Querwandbildung kommt, die die Vorwölbung abgliedert, so daß nun ein einzelliger Ast entstanden ist, der sich durch Teilung verlängert. Die Zweige sind bei manchen Formen recht wenigzellig.

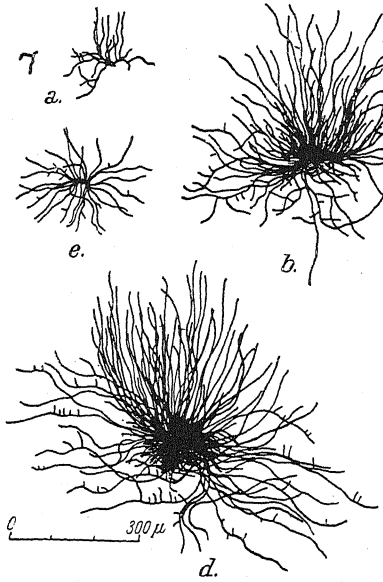


Fig. 844. *Heterococcus caespitosus* Habitusbilder (nach VISCHER).

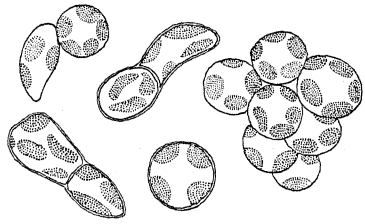


Fig. 845. *Heterococcus*, aus dem Freilande im aerophilen Zustande gesammeltes Material. Fäden wenig ausgebildet, in Einzelzellen sich auflösend oder in der Form von Zellhaufen. Aus der Soos bei Franzensbad (nach BRABEZ).

Zellen im allgemeinen walzlich, manchmal leicht gekrümmt oder etwas einseitig erweitert, bei gutem Wachstum mehrmals länger als dick, im allgemeinen aber nicht sehr dick, meist nicht 7 μ übersteigend. Die Teilungen liefern in mehr zentral gelegenen Zellen des Fadensystems kürzere und plumpere und meist mehr tonnenförmige bis ellipsoidische oder fast kugelige Zellen.

Membran, besonders an den lebhaft wachsenden Abschnitten, meist zart, vielleicht manchmal leicht vergallertet; die weniger walzlichen Zellen in der Mitte des Lagers häufig mit derberer bis derber Membran. Die Membran ist an den vegetativen Zellen immer einteilig. Chromatophoren meist mehrere, bloß in

den Endzellen manchmal nur einer: dann mehr rinnen- bis bandförmig; sonst „scheibchenförmig", in Wirklichkeit meist kurz reifenförmig bis unregelmäßig elliptisch, oft sich gegenseitig polygonal begrenzend. Meist sind nicht sehr viele, sondern nur mehrere Chromatophoren vorhanden. Bei den bis jetzt bekannten Arten keine Pyrenoide. Öl meist nur wenig oder, besonders in den vegetativen Zellen, nicht gebildet, bei einer Art aber, *H. moniliformis*, fast regelmäßig vorhanden.

Vermehrung hauptsächlich durch Schwärmer, die in der Ein- bis Mehrzahl gebildet werden. Die einzelnen Arten verhalten sich in bezug auf die schwärmerbildenden Zellen verschieden. Während bei einigen Arten die Zellen vor der Schwärmerbildung sich nicht auffallend vergrößern, wachsen sie bei anderen Arten sehr heran.

Im Gegensatze zu den verzweigten, am Rande des Lagers weiterwachsenden Fäden wandeln sich die mehr in der Mitte des Lagers gelegenen Fadenzellen meist in verschiedener Weise um und werden, wie bereits erwähnt, mehr ellipsoidisch bis kugelig. Sie teilen sich dann auch meist nicht mehr quer zur Fadenrichtung, sondern oft nach allen drei Raumrichtungen und bilden dann große, oft unregelmäßige Zellhaufen, die ohne randständige Fäden nicht als *Heterococcus* erkennbar wären, sondern mit *Botryochloris*, *Pleurochloris* oder *Chloridella* verwechselt werden würden. In diesen Zellen tritt ebenfalls Schwärmerbildung ein, es kann in ihnen aber auch zur Auto- wie Aplanosporenbildung kommen. Die Autosporen können direkt zu neuen Fäden auswachsen oder wieder einen Schwärmer bilden. Die Aplanosporen haben verdickte Wände; es ist nicht sichergestellt, ob mit einteiliger oder zweiteiliger Membran. Die Zahl der in den Zellen gebildeten Schwärmer oder Sporen hängt von der Größe der Zellen ab. Dadurch, daß sich die zentraler gelegenen Zellen in ihren Wänden direkt verdicken und die verdickte Zellwand zur Sporenwand wird, entstehen auch Akineten.

Die Schwärmer[1]) haben die typische Form der Heterokontenschwärmer, sind ausgesprochen dorsiventral und bei manchen Arten seitlich stark zusammengedrückt, so daß sie, vom Rücken gesehen, oft sehr schmal sind. Die genauer studierten *Heterococcus*-Schwärmer hatten immer neben der Haupt-

---

[1]) Poulton gibt bei einer Art Makro- oder Mikrozoosporen an. Es handelt sich hier wohl um eine unzutreffende Deutung von Randgrößen.

geißel eine Nebengeißel und ein Stigma. Die Schwärmer sind recht amöboid-formveränderlich. Einmal sah ich Schwärmer direkt als kleine Amöben austreten. Sie schwärmen nur kurze Zeit, behäuten sich und wachsen zu neuen Fäden heran oder wandeln sich in Aplanosporen um.

Wenn darauf geachtet wird, daß bei *Heterococcus* die kriechenden Fäden nicht zu parenchymatischen Flächen zusammenschließen, kann *Heterococcus* mit einer anderen Heterokonte nicht verwechselt werden. *Heterodendron* hat keine kriechenden Fäden, sondern haftet mit einer eigenen Haftzelle fest. Wenige verzweigte, kriechende Fäden von *Heterococcus* mit unregelmäßigen Zellen könnten eventuell mit *Pirula* verwechselt werden, deren systematische Klärung noch aussteht und die vielleicht mit *Heterococcus* in Zusammenhang steht.

Unter den Chlorophyceen gibt es einige ähnliche Ausbildungen: *Microthamnion*, *Pseudendoclonium*, *Pleurastrum* in einigen Entwicklungsstadien, *Leptosira*; sie haben aber immer Stärke. Zu beachten ist, daß morphologisch ähnliche Chrysophyceen beim Tode grün werden und dann ebenfalls mit *Heterococcus* verwechselt werden können.

Heterococcus gehört zu den verbreitetsten Heterokonten und ist eine der häufigsten Erdalgen. Nur kommt es im Freilande nur selten zu den charakteristischen Ausbildungen, wie sie unter den günstigen Bedingungen in der Kultur erhalten werden. Meist tritt die Alge in der Form wenigzelliger Fäden oder als einzelliges Stadium oft in größeren Ansammlungen und Überzügen auf, was nach dem Gesagten leicht verständlich ist (siehe Fig. 845). Natürlich kann es bei günstigen Bedingungen zur Bildung vollständig entwickelter Pflanzen kommen. Doch scheint dies nicht sehr häufig zu sein. Vielleicht werden aber die immerhin kleinen Formen, $^1/_3$–2 mm, leicht übersehen. Die Arten scheinen stark saueren Boden zu meiden[1]). Mit der mehr aerophilen Lebensweise hängt wahrscheinlich auch die Neigung der Alge zusammen, den Fadenverband aufzulockern oder aufzulösen, was ja auch bei anderen aerophilen Algen deutlich ist (*Stichococcus*, *Pleurococcus*). Andererseits sind die

[1]) Dafür spricht auch, daß Brabez (1939) *Heterococcus* an der Quelleinfassung der Franzensquelle, der Glauberquelle III, IV, aber auch als Bodenbelag der Moor- oder Kieselguroberfläche der Soos fand. Da diese Moore stark mit den Salzen der Thermalquellen getränkt sind, stört dieser Fundort die allgemeine Charakteristik des Vorkommens nicht.

Arten bereits so aerophil eingestellt, daß die meisten Arten die charakteristische Höchstausbildung nicht mehr im flüssigen Medium erreichen, in dem sie nur kurze Fäden oder unregelmäßige Zellhaufen bilden. Die Alge ist mehr auf feuchte Luft eingestellt.

Von *Heterococcus* kennen wir sicherlich erst die wenigsten Arten und Rassen; was wir kennen, baut sich auf CHODAT und vor allem auf W. VISCHER-Basel auf. Auch hier liegt die Sache so, daß die Arten sich morphologisch recht nahe kommen und oft nur geringe quantitative Unterschiede vorhanden sind. Sie sprechen aber in der Ausbildung dieser morphologischen Eigenheiten auf die äußeren Faktoren nicht gleich an und reagieren in der Formbildung auf die äußeren Faktoren verschieden, in dem Sinne, daß gleichsinnige morphologische Entwicklung bei den einzelnen Arten verschiedene Außenbedingungen voraussetzt. Dies verschiedene entwicklungsphysiologische Verhalten im Vereine mit den erzielten morphologischen, wenn auch oft nur geringfügigen Unterschieden zusammen charakterisiert die Arten oder Rassen.

Die Namengebung der Gattung ist recht unbefriedigend. Es scheint, daß GERNECK (1907) Arten der Gattung vor sich gehabt hat. Er gibt aber nirgends eine ausreichende Beschreibung, und aus dem Umstande heraus, daß er an den Schwärmern nur die Hauptgeißel, keine Nebengeißel bemerkte, nannte er die Formen *Monocilia*. CHODAT (1908, 1913) bekam nahe verwandte Arten in Kultur und kam in seinen Studien weiter als GERNECK. Leider benannte er die Alge abermals recht unglücklich mit dem Namen *Heterococcus*. Das ruft in Analogie zum algologischen Sprachgebrauch die Vorstellung hervor, als handle es sich um eine einzellige Alge vom Typus *Protococcus*. Da nun als Heterococcalen gerade nicht fadenförmige Algen bezeichnet werden, erweist sich der Name *Heterococcus* für eine weit vorgeschrittene Fadenalge als recht schmerzlich, muß aber wohl beibehalten werden.

1. **Heterococcus caespitosus** VISCHER (1936) (Fig. 51, S. 63; Fig. 138, S. 197; Fig. 139, S. 198).

VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381, 391; a. a. O. **47** (1937) 227.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1936) Fig. 4, S. 382; Fig. 5, S. 382; Fig. 6, S. 384; Fig. 7, S. 385; a. a. O. (1937) Fig. 1, S. 227.

Pflanzen auf festem Nährboden sehr reich verzweigt. Pflänzchen bis 1 mm oder mehr groß, mit kriechenden und aufsteigenden Ästchen. Die ausläuferartigen Fäden entwickeln sich nach allen Richtungen auf der Unterlage und entwickeln reichlich die lichtwendigen Sprosse, dadurch wird das Lager groß und erreicht bis 1 mm Größe und darüber. Junge Fadenzellen sind fast walzlich und oft auffallend lang (5–6 μ dick und bis 50 μ lang). Mit der Zeit stellen die Fäden ihr Längenwachstum ein, die Zellen hören auf, sich nur quer zu teilen, teilen sich nach allen Richtungen, es entstehen Haufen von Zellen, die sich in Akineten umwandeln können. Auch ältere Fadenzellen sind kürzer und mehr abgerundet (6–8 μ im Durchmesser), haben untereinander annähernd gleiche Größe und wandeln sich allmählich in die erwähnten Akineten um. Bei Wasserzufuhr bilden diese Zellen, ohne daß sie sich zu auffallenderen Zoosporangien vergrößern, Schwärmer mit einem oder zwei Chromatophoren und rotem Stigma aus. Bei ungünstigen Umständen (Wassermangel) bilden sich in den Zellen 1–6 Aplanosporen, oder es werden Akineten gebildet. Die Kulturen sind auf Agar dunkel grün runzelig und körnig und haben halbkreisförmige Ausbuchtungen. Mit Zuckerzusatz sind sie heller grün, ihre Körnigkeit ist gesteigert. In Nährlösung bilden die Pflanzen nur kurze, wenigzellige Fäden oder isolierte, in Haufen beisammenliegende Zellen aus.

Vorkommen: Auf Lehmerde bei Schmieheim in der Nähe von Freiburg im südlichen Schwarzwald. Baseler Algensammlung 116.

2. Heterococcus Chodati Vischer (1936) (Fig. 846–850).

Vischer, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 391; am gleichen Orte **47** (1927) 228.

Syn.: *Heterococcus viridis* Chodat, Bull. Herb. Boiss., Ser. 2, **8** (1908) 81; Etude crit. exp. s. l. polym. d. Alg. (1909) 74; Monogr. d. Alg. pur. (1913) 178. — Poulton, Thèse Univ. Gen. Fac. Sci, Ser. X, fasc. **11** (1925) 48–59; New Phytol. **25** (1926) 319. — ? James, Beih. Bot. Centralbl. **53** (A) (1935) 543; nicht syn. *Monocilia viridis* Gerneck (siehe S. 1011).

Abb.: Chodat, a. a. O. (1909) Taf. 5, 6. — Poulton, a. a. O. (1925) Fig. 8, S. 48; Fig. 9, S. 52; Fig. 10, S. 54; (1926) Fig. 8, S. 320; Fig. 9, S. 321; Fig. 10, S. 322 (Kopien der vorigen). — Vischer, a. a. O. (1936) Fig. 11–15; (1937) Fig. 2, 3.

Kräftiger und derber als *H. caespitosus*, doch kleiner als dieser. Junge Pflänzchen einfacher gebaut, da die Bildung der dem Lichte zugewendeten Äste spärlicher ist; außerdem kom-

men in jungen Kulturen nicht selten unregelmäßig gestaltete, große (vielleicht vielkernige) Zellen vor. *H. Chodati* bildet die vegetativen Zellen früher als *H. caespitosus* in Zoosporangien um, wobei die in den älteren Fadenstücken sehr groß werden

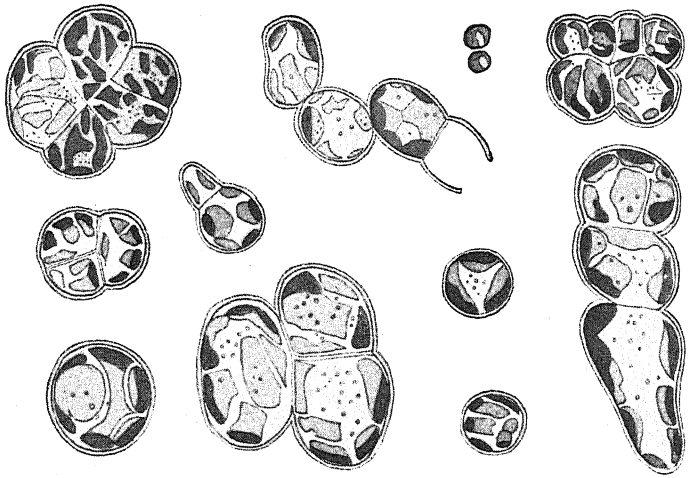


Fig. 846. *Heterococcus Chodati*, verschiedene Ausbildungen aus Kulturen (nach CHODAT).

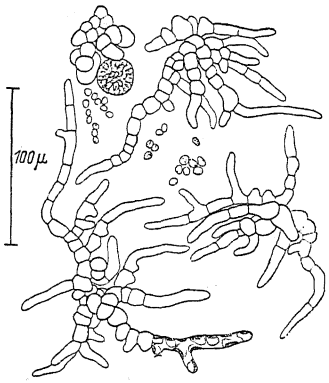


Fig. 847. *Heterococcus Chodati*, Fadensysteme. Rechts oben bereits in Einzelzellen zerfallend, die sich in recht ungleich große Zoosporangien umwandeln (nach VISCHER).

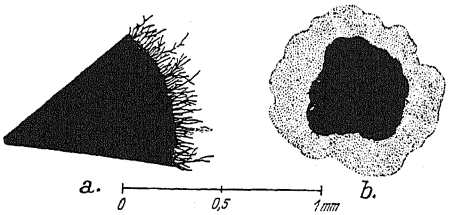


Fig. 848. *Heterococcus*, links *H. caespitosus*, rechts *H. Chodati*. Da *H. Chodati* im Gegensatze zu *H. caespitosus* sehr bald in Schwärmerbildung übergeht, sind die Kolonien sehr bald von einem breiten Saume junger Keime umgeben (nach VISCHER).

können. Bei *H. caespitosus* zerfallen die Fäden ohne Wasserzufuhr in Aplanosporen; bei *H. Chodati* werden unter gleichen Bedingungen Schwärmer gebildet, die gegen die Lichtseite zu die Kulturen mit einem breiten Saume umgeben (Fig. 847, 848). Auch in den Zellen, die Aplanosporen bilden, ist noch das Stigma zu

sehen. Gleichaltrige Pflanzen von *H. Chodati* sind kleiner als von *H. caespitosus*, sie lösen sich auch nach kürzerer Zeit in die Einzelzellen auf. Durch Torfextrakt wird *H. Chodati* eher gehemmt als *H. caespitosus*. Bei Anwendungen von Puffer-

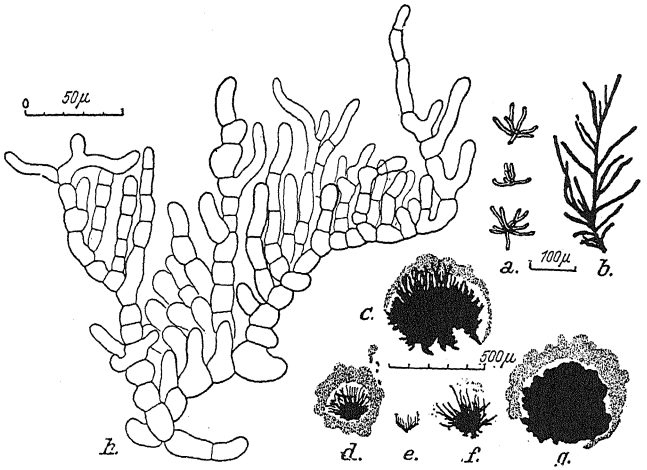


Fig. 849. *Heterococcus Chodati*. — *h* Fadensystem bei künstlicher Beleuchtung, *a*, *b*, *e*, Habitusbilder bei versch. Kulturbedingungen, *c*, *d*, *g* Lager in Kulturen von einem Hofe von Keimlingen umgeben (nach VISCHER).

lösungen bleibt *H. Chodati* bis zu p_H 7,1 fadenförmig; bei p_H 6,3 zerfällt er in die sich vergrößerndenEinzelzellen. Schwärmer wie bei *H. caespitosus*. Stigma nach VISCHER deutlich[1]).

Vorkommen: Baseler Kulturen Nr. 161; Genfer Kulturen Nr. 38.

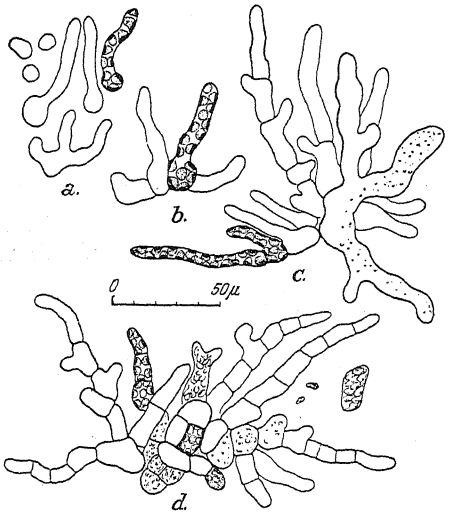


Fig. 850. *Heterococcus Chodati* (Kulturen) nach VISCHER.

[1]) POULTON gibt [(1925) 80] zweierlei Zoosporangien an: Makro- und Mikrozoosporangien und nimmt demnach auch Makrozoosporen und Mikrozoosporen an. VISCHER stellt [(1936) 392] diese Auffassung richtig, es handelt sich wohl um die Grenzwerte in den Größen dieser Gebilde.

3. Heterococcus moniliformis VISCHER (1938) (Fig. 850, 852).

VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **47**, (1938) 235, 238.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1938) Fig. 8, S. 236; Fig. 9, S. 237.

Pflänzchen auf festem Nährboden sehr kurzzellig und gedrungen, mit kurzen, allseitig abgehenden Ästchen. Jugendliche Zellen walzlich, 5–6 μ dick und bis 25 μ lang. Während die Fäden an der Peripherie der Kultur noch weiterwachsen, zerfallen die Pflänzchen sehr frühzeitig in runde, große Einzel-

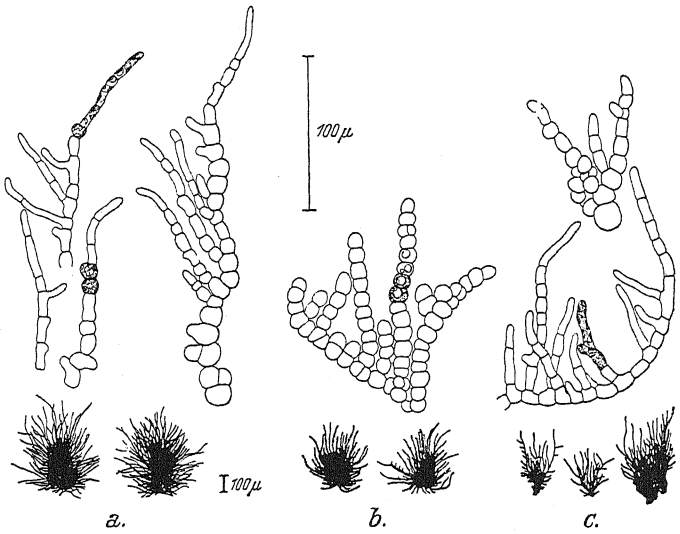


Fig. 851. *Heterococcus moniliformis.* — *a*, *b*, *c* Habitusbilder, darüber vegetative Fadensysteme, z. T. bereits in Abrundung der Zellen und damit im Beginn des Fadenzerfalls begriffen (Kulturen) (nach VISCHER).

zellen. Da diese abgerundeten Zellen aneinander haften bleiben, bekommt das ganze Fadensystem ein perlschnurartiges Aussehen, während die Kultur selber grobkörnig erscheint. In den Zellen ein oder mehrere auffallende, oft große Öltropfen. Ältere Pflanzen zerfallen dann völlig in die abgerundeten vergrößerten Einzelzellen und nehmen das Aussehen einer *Botryochloris* oder einer Anhäufung von *Pleurochloris*- oder *Chloridella*-Zellen an. Die abgerundeten Zoosporangien werden ohne weitere Veränderung zu Zoosporangien, deren Schwärmer denen von *H. Chodati* ähnlich sind. In Nährlösungen entwickelt die Art kurze, perlschnurartige Fäden oder löst sich in Haufen von Einzelzellen auf.

Pflänzchen bis 500 μ messend.

Vorkommen: Bis jetzt nur von einem Komposthaufen im Botanischen Garten zu Basel. Baseler Algensammlung Nr. 157. Genfer Sammlung Nr. 489.

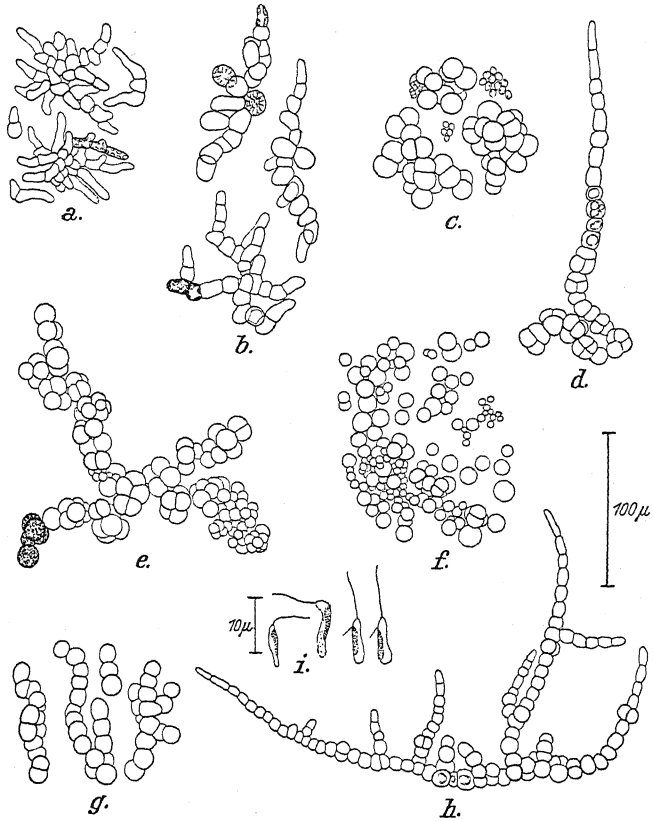


Fig. 852. *Heterococcus moniliformis.* Fadensysteme, die sehr früh in rosenkranzartige Zellverbände übergehen und sich schließlich fast völlig in Einzelzellen auflösen, die zu ziemlich gleichgroßen Zoosporangien werden (nach VISCHER).

4. Heterococcus Mainxii VISCHER (1938) (Fig. 853–855).

VISCHER, W., Ber. Schweiz. Bot. Ges. **47** (1938) 230, 233.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1938) Fig. 4, S. 230; Fig. 5, S. 231; Fig. 6, S. 332.

Eine dem *H. Chodati* nahestehende Art, die aber bei konstanter Beleuchtung weniger rasenförmig, sondern mehr sternförmig wächst. Dann sind die Enden der Fadenzweige feiner ausgezogen, was besonders in Nährlösungen deutlich wird. Auf festen Nährböden sehen jugendliche Pflanzen denen von *H. Chodati*

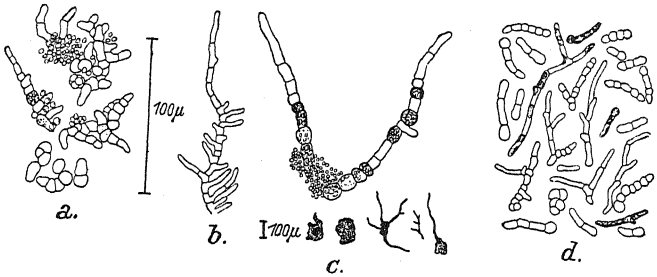


Fig. 853. *Heterococcus Mainxii.* — *a* und in der Mitte Fadensysteme die sich bereits z. T. in Einzelzellen auflösen, welche zu Sporangien werden, *b* junges Fadensystem, *c* Habitusbilder, deren junge Stadien bereits in die Einzelzellen zerfallen (nach VISCHER).

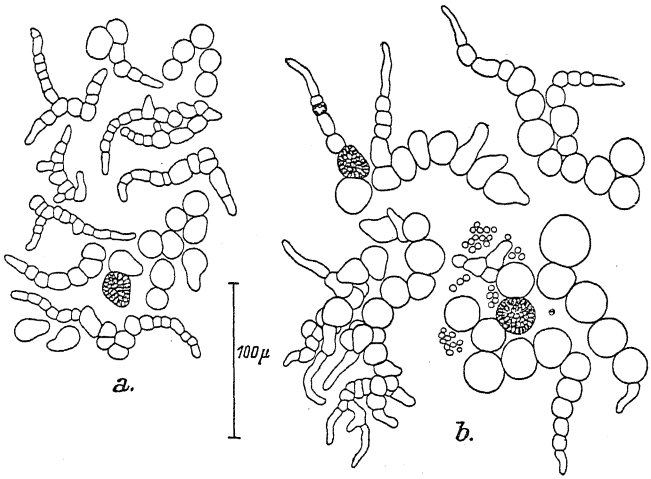


Fig. 854. *Heterococcus Mainxii.* Fadensysteme bereits in Abrundung der Zellen begriffen, die zu auffallend großen, manchmal unregelmäßigen Sporangien heranwachsen, während die Endzellen noch mehr oder weniger walzlich bleiben (Kulturen) (nach VISCHER).

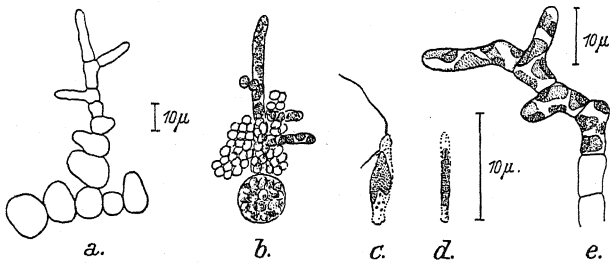


Fig. 855. *Heterococcus Mainxii.* — *a* kurzes Fadenstück, basal bereits in Umwandlung der walzlichen Fadenzellen in große mehr oder weniger kugelige Zellen begriffen. *b* diese großen kugeligen Zellen in Auto- oder Zoosporenbildung, *c* Schwärmer von der Breit-, *d* von der Schmalseite, *e* kurzes Fadenstück bei stärkerer Vergrößerung (nach VISCHER).

überaus ähnlich und zerfallen bei Wechsel von Tages- mit der Nachtbeleuchtung ebenso leicht. Bei fortschreitendem Wachstum aber entwickeln sich, im Gegensatze zu den walzlichen Zellen und den wenigen kleinen Zoosporangien des *H. Chodati*, große kugelige Zoosporangien, bis schließlich ganze Ketten solcher kugliger Zoosporangien vorhanden sind, während *H. Chodati* nach gleicher Zeit noch typisch rasig entwickelt ist. Schwärmer werden entweder aus den sonst unveränderten Fadenzellen oder aus den abgerundeten Zoosporangien entwickelt. Sie sind sehr amöboid veränderlich und haben ein deutliches Stigma. Der Breitseiten- und Schmalseitenunterschied ist an ihnen sehr deutlich. Aplanosporenbildung ebenfalls vorhanden. Ebenso können sich in älteren Kulturen Akineten bilden.

Pflänzchen relativ klein, bis 200 μ messend; Fadenzellen 4–8 μ dick, bis 20 μ lang; Zoosporangien bis 35 μ messend, also größer als bei *H. Chodati*.

Vorkommen: Bis jetzt aus Erde gezogen. Basel. Baseler Algensammlung Nr. 160; Genfer Sammlung Nr. 468.

5. Heterococcus Marietani Vischer (1938) (Fig. 856).

Vischer, Schweiz. Bot. Ges. **47** (1938) 233, 245.

Abb.: Vischer, a. a. O. (1938) S. 234.

Als junge Pflänzchen, mit noch mehr walzlichen Zellen; auf festem Nährboden von *H. Chodati*, *H. Mainxii* und *H. caespitosus* nicht zu unterscheiden. Erwachsene Pflänzchen, die bis 600 μ messen können, haben nur eine geringe Verzweigung, dafür sind aber die Zweige kräftig und groß, die Äste zweiter Ordnung kurz und spärlich. Die Kultur hat daher kein rasenartiges, sondern ein mehr sternförmiges Aussehen, um so mehr, als auch die Zellen dann kürzer und derber und daher auch gedrungener sind, wobei sie annähernd gleiche Größe haben. Im Gegensatze zu den jungen Zellen ist ihre Membran etwas derber. Ohne daß sie zu Zoosporangien von besonderer Größe würden, bilden die gegen den Grund gelegenen Zellen Schwärmer bzw. Autosporen aus. Schwärmer wie bei den anderen Arten. In flüssigem Medium bildet die Art nur kurze wenigzellige Fäden oder überhaupt nur *Chloridella*-artige, nicht fadenförmig zusammenschließende Zellen aus.

Junge walzliche Zellen 6 μ dick und bis 30 μ lang; ältere Zellen 10–15 μ im Durchmesser.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus dem Wallis (Schweiz) bei einer Quelle in der Nähe des Dorfes Montana. Baseler Algensammlung Nr. 167; Genfer Sammlung Nr. 476.

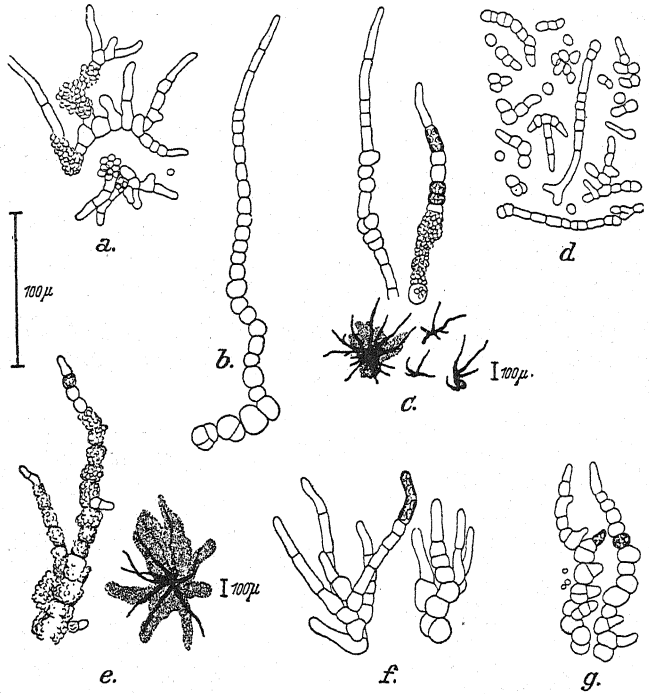


Fig. 856. *Heterococcus Marietanii.* — *a*, *b* und fig. über *c* Fadenstücke in Abrundung der Zellen und deren Umwandlung in Sporangien. *c* unten Habitusbild, die nicht in die Höhe wachsen, *d* junge und verschieden alte Keimlingsstadien, *e* Auflösung der Fadensysteme in Sporangien und damit in Schwärmer bzw. Autosporen, rechts davon kleines Lager mit solchen Keimen durchsetzt, *f*, *g* Zweigsysteme z. T. bereits in Auflösung bzw. in Abrundung der Zellen begriffen, ebenso *g* (nach VISCHER).

Unsichere und unvollständig beschriebene Arten:

Heterococcus flavescens VISCHER (1936).

VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381.

Syn.: *Monocilia flavescens* GERNECK, Beih. Bot. Centralbl. **21**/II (1907) 265.

Ohne Abbildung beschrieben.

Sehr mangelhaft bekannte Art. Kulturen hellgrün, im Alter gelbgrün. Fäden wie bei *H. viridis* (untenstehend) mit Zellen bis 16,5 μ lang und 7,5 μ dick. In BEIJERINCK-Lösung keine Fadenbildung, dagegen Bildung von kugeligen Zellen, die zu losen Gruppen vereinigt sind. Meist trennen sich die Zellen gleich nach der Teilung. Zellen bis 20 μ groß. Chromatophoren dünn. In TOLLENSscher Lösung Bildung stark verzweigter und wirrer Fäden,

die längsgestreckte bis kugelig angeschwollene Zellen haben, während in solchen Kulturen unregelmäßige Zellgruppen selten sind oder sich erst sehr spät bilden. Auf Agar löst sich der Fadenverband völlig auf, es kommt zur Bildung kugeliger Einzelzellen, die ohne bestimmte Teilungsrichtung Zellhaufen ergeben. Zellen bis 18 μ groß. Schwärmer mit einem Chromatophoren. 7,5 μ lang, 3 μ dick, mit Stigma, und nach GERNECK nur mit einer Geißel.

Aus Tümpeln des kleinen Hagen bei Göttingen.

Heterococcus viridis im ursprünglichen Sinne (Fig. 857).

Syn.: *Monocilia viridis* GERNECK, Beih. Bot. Centralbl. **21**/II (1907) 263.

Abb.: GERNECK, a. a. O. (1907) Taf. XII, Fig. 77–84. — Kopien bei: PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., **3** (1927) Fig. 312, S. 408. — WILLE, Nat. Pflanzenfam., Nachtr., Teil I, Abt. 2 (1911) Fig. 41*L*, S. 86. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) Fig. 93*a*, S. 114. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1933) Fig. 104*A*, S. 161.

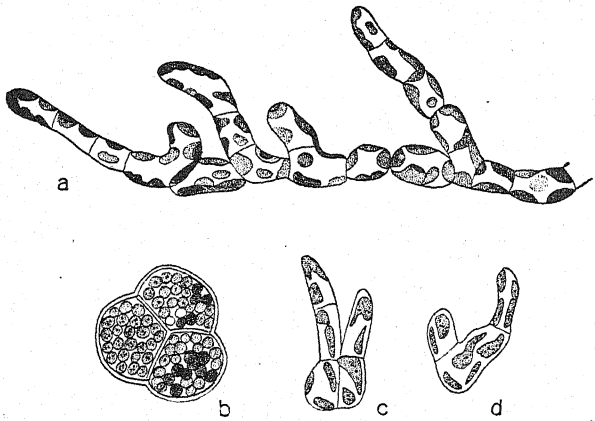


Fig. 857. *Heterococcus viridis* im Sinne der *Monocilia viridis* GERNECK. — *a* Fadensystem, *b* in Zoosporangien umgewandelte, protococcoide Zellen, *c–g* Keimlinge (nach GERNECK).

Auf festen Nährböden als verzweigte Fäden wachsend, in Lösungen Zerfall der Fäden in Einzelzellen. In BEIJERINCKscher Lösung Bildung von verzweigten Fäden mit mittelstarker Verzweigung und untereinander gleichwertigen Zellen, die walzlich bis leicht tonnenförmig sind. Zerfall in Einzelzellen erst nach längerer Kultur, schließlich nur mehr *Botryochloris*-artige Zellhaufen. Die Kultur hat dunkelgrüne Farbe. Chromatophor im Gegensatz zur vorstehenden Form dick-oval bis 20 in einer Zelle. Als Reservestoff Öl. Auf Agar bleibt die Form erhalten, auch wenn von kugeligen Zellen ausgegangen wird. Zellverband in den Fäden locker, doch ohne daß Zerfall eintritt. Zellen 6–14 μ dick (maximal 16 μ) und 12–20 μ lang. Schwärmer in einer Zelle oft so viele gebildet, als Chromatophoren vorhanden sind, mit je einem, seltener zwei Chromatophoren, kleinem Stigma und angeblich nur einer einzigen Geißel. 11 μ lang und 4,5 μ breit.

Vom gleichen Standorte wie die vorstehende Art.

Nach den unvollständigen Beschreibungen GERNECKS sind diese beiden Arten kaum mehr wieder zu erkennen.

Heteropedieae

Die kriechenden Zweigsysteme der Alge schließen seitlich zu einer zunächst einschichtigen Zellage zusammen, die am Rande noch deutliche Fäden erkennen läßt, während sich gegen die Mitte zu die fädige Zusammensetzung immer mehr verwischt, weil die Teilungen dann regellos und nicht mehr im Sinne der Fadenbildung erfolgen. Aus dieser parenchymatischen Kruste (Sohle) steigen am Rande, wie in der Mitte, freie Astsysteme auf, oder aber diese fehlen völlig. Die Alge besteht im letzteren Falle nur mehr aus der parenchymatischen Sohle.

Wenig bekannte Reihe[1]) mit den beiden Gattungen 7. *Aeronemum* mit aufsteigenden Astsystemen (S. 1012) und 8. *Heteropedia* ohne solche aufsteigenden Astsysteme nur aus der Sohle bestehend (S. 1015).

7. **Aeronemum** SNOW (1912) em. PASCHER (Fig. 858/9).

ὁ ἀήρ = die Luft; *το νῆμα* = der Faden.

SNOW, J. L., Bot. Gaz. **53** (1912) 347. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 408.

Syn.: *Aeronema* SNOW, Bot. Gaz. **51** (1911) 367. — *Monocilia* im Sinne von G. M. SMITH (nicht GERNECK), Freshw. Algae U. S. A. (1933) 160. — *Heterococcus*, z. T. VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381.

Algen, wenn voll entwickelt, aus einer einfachen, vielleicht stellenweise zwei- bis mehrfachen, manchmal unregelmäßigen Lage eng aneinander schließender Zellen bestehend, welche zunächst aus einem vorerst kriechenden, reich verzweigten Fadensystem durch engen Zusammenschluß hervorgegangen ist (gleich wie bei *Heteropedia*). Aus dieser Zellschicht brechen peripher und radiär kriechende Fäden hervor, deren Basen durch entsprechende Teilungen das Randwachstum besorgen. Das Randwachstum kann aber auch direkt aus den Randzellen ohne Fadenbildung erfolgen. Im allgemeinen scheinen alle Zellen, auch die Endzellen der Zweige, teilungsfähig zu sein. Aus der Sohle heben sich kürzere oder längere, oft einseitig verzweigte Fäden empor (Luft- bzw. Wasserstämme).

[1]) Vgl. auch die wenig bekannte *Chaetopedia* (S. 1019), bei der die aufsteigenden Äste mit verlängerten und verschmälerten Zellen schließlich fast spitz enden.

Auch die Randfäden können sich zum Teil vom Lager emporheben und zu Luft- und Wasserstämmen werden, wobei ihre Basen durch das fortschreitende Wachstum der benachbarten Randzellen so vollständig umwachsen werden können, daß sie von den direkt aus der Oberfläche emporsprossenden Fäden nicht unterschieden werden können. Mit der Zeit entwickelt sich als Sohle teils durch Teilung nach den Richtungen des Raumes, teils durch Zweigverbackungen eine unregelmäßig-krustenförmige, parenchymatische Zellmasse.

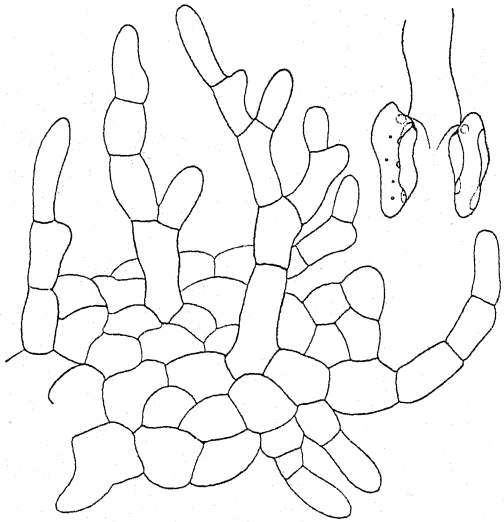


Fig. 858. *Aeronemum polymorphum.* — Teil eines Lagers. Beachte die parenchymatische Sohle, aus der aufrechte, wenig verzweigte Luftstämme kommen. Rechts oben Schwärmer.

Zellen der krustenförmigen Lager nach oben vorgewölbt und dadurch mehr oder weniger kissenförmig. Zellen der Fäden walzlich bis keulig walzlich, die Endzellen stumpf und nicht spitz ausgezogen. Verzweigung dadurch, daß Fadenzellen unter ihrer oberen Endfläche seitlich auswachsen, worauf dieser Auswuchs durch eine Querwand abgegliedert wird und die Ausgangsstelle für einen Zweig bildet.

In allen Stadien der Entwicklung können die Zellen der Sohlen, wie die Fäden, sich so stark abrunden, daß schließlich Haufen einzelliger Stadien von sehr verschiedener Größe gebildet werden können, die zum Teil noch an Größe zunehmen.

Vermehrung durch Schwärmer, welche zu zweien bis 16 aus allen Zellen gebildet werden können, recht gestreckt sind, einen,

seltener zwei Chromatophoren und Stigma haben. Gelegentlich treten die auch sonst amöboid werdenden Schwärmer bereits amöboid aus den Zellen aus. Die Bildung der Schwärmer beginnt meist mehr in der Mitte des Lagers. Die Schwärmer kommen nach kurzer Bewegung zur Ruhe, bilden eine kugelige

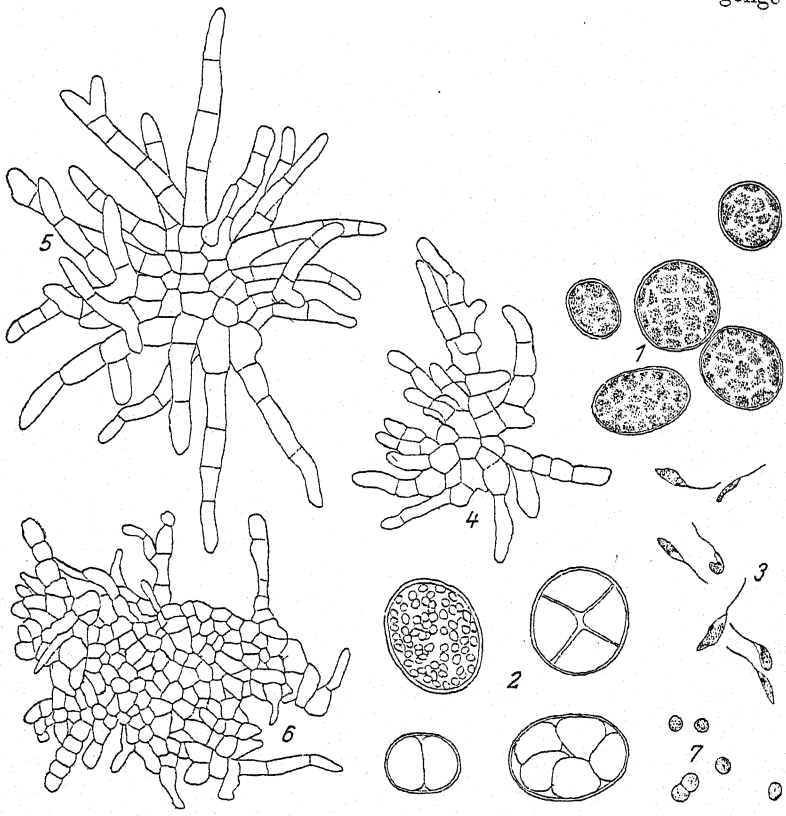


Fig. 859. *Aeronemum polymorphum.* — 4, 5, 6 verschiedene alte Lager, bei 5 erscheinen die aufrechten Luftstämme links und rechts angedeutet. 1 die gelegentlich gebildeten großen Zellen, die, 2, zu Zoosporangien werden, aus denen 3 Schwärmer hervorgehen, die als kleine kugelige Zellen, 4, auskeimen, soweit die Zoosporangien nicht direkt Autosporen bilden (nach SNOW).

Zelle, die zu einem zunächst kriechenden und unverzweigten Faden auswächst. Autosporen anscheinend selten zu zweien bis vieren in einer Zelle gebildet. Ihre Bildung anscheinend auf die Zellen des parenchymatischen Lagers beschränkt. Ein Teil der Zellen des parenchymatischen Lagers kann sich auch in derbwandige Akineten umwandeln. Weder Aplanosporen noch Akinetenbildung beobachtet. Palmelloide Auflösung der Lager nicht gesehen.

Von SNOW wird auch die Bildung großer *Botrydiopsis*-artiger Zellen angegeben, aus denen viele Schwärmer hervorgehen. Wahrscheinlich entsprechen diese großen Zellen den großen Zoosporangien, die bei einigen *Heterococcus*-Arten aus zentraler gelegenen Zellen gebildet werden können.

Vielleicht mehrere Arten vorhanden, von denen nur eine näher bekannt ist:

Aeronemum polymorphum SNOW (1912) em. PASCHER (Fig. 858, 859).

SNOW, J. L., Bot. Gaz. **53** (1912) 347. — PRINTZ, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. (1927) 408.

Syn.: *Aeronema polymorpha* SNOW, J. L., Bot. Gaz. **51** (1911) 367. — *Monocilia flavescens* im Sinne G. M. SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 161. — *Heterococcus polymorphus* VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381.

Abb.: SNOW, a. a. O. (1911) Taf. 18, Fig. 9–19. — PRINTZ, a. a. O. (1927) Fig. 313, S. 408 (Kopie). — SMITH, a. a. O. (1933) 161, Fig. 104*G*, *H* (Kopie).

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 3–6 μ (auch bis 10 μ) dick. Schwärmer 5–7 μ lang, 2–3 μ breit.

Vorkommen: Mehr terrestrische Alge, die mit Laub- und Lebermoosen auf Baumstrünken, Blumentöpfen, ähnlich wie die meisten Arten von *Heterococcus* lebt. Aus der Schweiz, aus Böhmen (Böhmerwald; Botanischer Garten in Prag) und Nordamerika (Massachusetts) bekannt.

Es gibt noch eine zweite Art, deren Zweigenden allmählich verschmälerte, doch stumpfe Zellen haben.

8. **Heteropedia** PASCHER (Fig. 860–865).

ἕτερος = verschieden, ungleich (Geißeln); *το πηδὸν* = das Ruderblatt.

Syn.: *Monocilia* im Sinne PASCHER, Arch. Prot. **77** (1932) 352 z. T. — *Heterococcus* VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381, z. T.

Alge im entwickelten Zustand einschichtige (vielleicht stellenweise zwei- bis mehrschichtige) aufsitzende Zellagen bildend, deren Randzellen deutlich zu längeren oder kürzeren, meist frühzeitig verzweigten Fäden auswachsen. Diese Fäden immer kriechend und weder vom Rande noch von der Mitte des Lagers aus als aufrechte Fäden aufsteigend. Die Zellflächen stellen, wie bei *Aeronemum*, Nemato-Parenchyme dar, d. h. es sind zunächst kriechende, verzweigte Fadensysteme, deren seitlich aneinander gelagerte Zweige das Ausgangsparenchym bilden, worauf innerhalb dieses Parenchyms schließlich die parenchymatische

Zellvermehrung ohne direkten Zusammenhang mit der Zweigbildung erfolgt (siehe Fig. 860, 864). Verzweigung wie bei

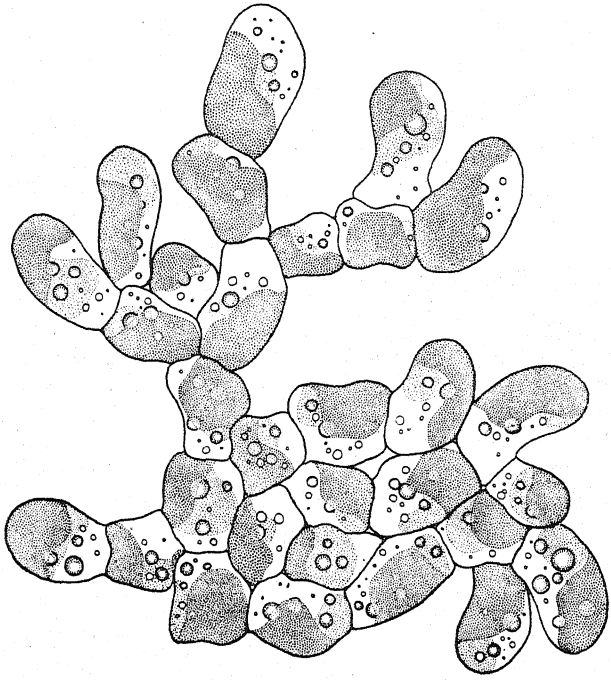


Fig. 860. *Heteropedia simplex.* — Teil eines kleinen Lagers, Entstehung der parenchymatischen Sohle aus seitlich verbundenen kriechenden Fäden deutlich.

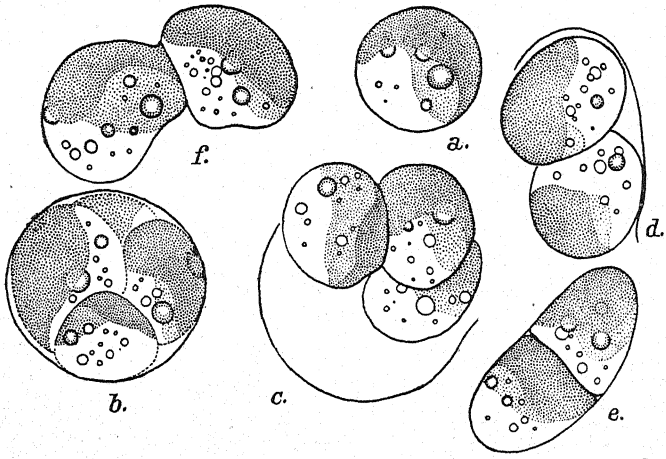


Fig. 861. *Heteropedia simplex.* — Autosporenbildung. Bei *b*, *c*, *d* Entleerung der Autosporen, *a* einzelne Autospore, *e*, *f* Keimung der Autosporen.

Heterococcus durch seitliches Auswachsen von Fadenzellen am oberen Ende unter der oberen Querwand. Fäden mit stumpfen, manchmal vergrößerten und niemals haarförmig ausgezogenen Endzellen. Zellen zartwandig, meist kissenförmig vorgewölbt, mit einem bis mehreren Chromatophoren.

Vermehrung durch Schwärmer, die bei den bis jetzt bekannten Arten in nicht besonders vergrößerten Zellen gebildet werden und deren Bildung meist mehr gegen die Mitte des Lagers zu be-

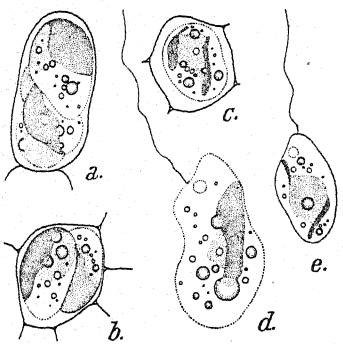


Fig. 862. *Heteropedia simplex.* — Schwärmerbildung: *a*, *c* in Randzellen des Lagers, *b* in einer Zelle aus der Mitte des Lagers, *d*, *e* Schwärmer.

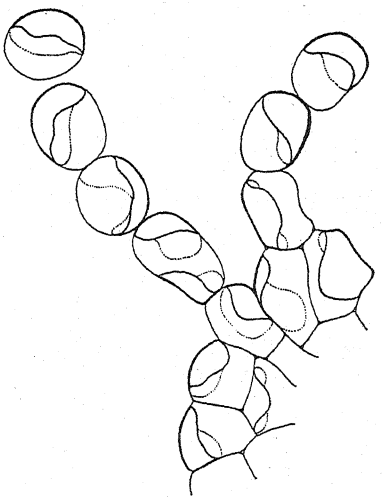


Fig. 863. *Heteropedia simplex.* — Zerfall der radiären Randflächen in kugelige Einzelzellen, in Wirklichkeit lösen sich die jeweils vorderen Zellen eines solchen Fadens ab, während der Faden immer nachwächst.

ginnt. Bei einer Art die Nebengeißel völlig zurückgebildet. Aus den Schwärmern entsteht eine kugelige Zelle, die durch Teilung einen zunächst unverzweigten, später verzweigten Faden bildet, dessen Zweige sehr bald parenchymatisch zusammenschließen. Gelegentlich vergrößern sich diese kugeligen Zellen, ohne zur Fadenbildung zu schreiten, und bilden 4–8 Schwärmer.

Eine eigenartige Vermehrung dadurch, daß an Randfäden die jeweiligen Endzellen ohne oder mit (allerdings nicht bedeutender) Vergrößerung so weit abrunden, daß sie den Zusammenhang mit der dazwischen liegenden Zelle verlieren und sich ablösen, worauf der Faden nachrückt (Fig. 863). Manchmal das ganze Lager von solchen gonidienartig abgelösten Zellen umgeben. Diese Zellen können entweder durch Teilung direkt

einen Faden geben, der dann zu einer Kruste auswächst, oder aber sie bilden 2–4 Autosporen, die frei werden, oder aber Schwärmer (siehe den ähnlichen Vorgang bei *Chaetopedia* [S. 1019 und Fig. 866]).

Teilweise bis vollständige palmelloide Auflösung der Parenchyme beobachtet. Ebenso können sich einzelne Zellen oder größere Zellkomplexe in Akineten bzw. Akinetenverbände umwandeln. Innerhalb der Zellen können sich kugelige bis ellipsoidische derbwandige Aplanosporen (meist in der Einzahl) bilden (Fig. 64*a*, S. 75). Auch Zerfall zu Einzelzellen oder Zellpaketen mit oder ohne Membranverdickung, dann meist unter Zellvergrößerung beobachtet.

Heteropedia stellt bis zu einem gewissen Grade den Abschluß einer einseitigen Entwicklung dar, bei welcher es nicht mehr zur Bildung freier, aufrechter Fäden kommt, die bei dem ebenfalls krustenförmigen *Aeronemum* vorkommen. Darin entspricht *Heteropedia* (von den Haarbildungen abgesehen) z. B. *Coleochaete*, *Pringsheimia*, *Ulvella* und a. G. unter den Chlorophyceen.

Heteropedia ist in den bisher bekannten Arten eine ausgesprochene aerophile Alge, was sich auch in ihrer Neigung zum Zerfall in Einzelzellen oder Zellkomplexe äußert. Eine Art (*Heteropedia simplex*) verträgt direktes Austrocknen.

Bisher zwei Arten bekannt:

1. Heteropedia simplex (Fig. 860–863).

Syn.: *Monocilia simplex* Pascher, Arch. Prot. **77** (1932) 355. — *Heterococcus simplex* Vischer, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **45** (1936) 381.

Abb.: Pascher, a. a. O. (1932) Fig. 33, 34, S. 354, 355.

Lager lockere Flächenparenchyme bildend, die meist aus mehreren, durch einfache Fäden verbundenen Teilparenchymen besteht. Zwischen den einzelnen Zellen manchmal große Lücken; infolgedessen ist die primäre Entstehung der Zellflächen aus Fäden oft sehr leicht erkennbar. Endzellen meist etwas größer, sehr plump, bei der Schwärmerbildung nicht auffallend vergrößert. Membran zart. Ein großer muldenförmiger bis rinnenförmiger Chromatophor ohne Pyrenoid. Schwärmer zu zweien bis vieren gebildet, sehr amöboid, mit einem binnenständigen Chromatophoren ohne Stigma und einer einzigen körperlangen Geißel. Oft reihenförmig hintereinander die kugeligen, sich ablösenden Zellen (siehe Fig. 854).

Palmelloide Auflösung, Akineten und derbwandige Aplanosporen (Fig. 64*A*, S. 79) beobachtet.

Zellen 6–12 μ im Durchmesser. Endzellen gelegentlich bis 18 μ lang. Schwärmer bis 9 μ messend.

Vorkommen: Aerophile Alge, auf einem Blumentopf als grüner Anflug in der Biologischen Forschungsanstalt in Hirschberg; in einer etwas derberwandigen Form, von einem vermorschten Baumstrunk mit *Botrydina* aus dem Riesengebirge.

2. Heteropedia polychloris (Fig. 864/5).

Lager wie bei *Heteropedia simplex*, doch meist geschlossener und meist ohne inselartige Teilparenchyme. Endzellen gewöhnlich etwas weniger vergrößert als bei *H. simplex*. Mehrere scheibchenförmige Chromatophoren. Schwärmer in den dabei nur wenig vergrößerten Zellen gebildet, sehr amöboid, mit meist zwei binnen- oder seitenständigen Chromatophoren. Stigma vorhanden. Nebengeißel ungefähr ein Viertel der Hauptgeißel messend. Akineten- und Aplanosporenbildung beobachtet, ebenso völliger Zerfall der Lager in Einzelzellen, die in die Größe wachsen können. Endzellen der Randfäden gelegentlich als kugelige Zellen abfallend (Fig. 861). Palmelloide Auflösung, wenn auch nicht beobachtet, so doch wahrscheinlich.

Zellen 6–8 μ im Durchmesser; Schwärmer um 6 μ lang, doch auch manchmal auffallend größer.

Vorkommen: Bis jetzt zweimal gesehen. Dunkelgrüne Überzüge an leicht feuchten Stellen des Ufers des Pirtschenteiches bei Eger; ferner von einem Tümpelrande im Urgestein bei Mallnitz in Kärnten. Wahrscheinlich nicht kalkhold.

Im Anhange zu den Gattungen *Heteropedia* und *Aeronemum* sei eine nur einmal gesehene *Heteropedia*-artige Alge erwähnt, die ich in meinen Notizen wegen der Haarbildungen als ***Chaetopedia stigeoclonioides***[1]) (Fig. 866) bezeichnet habe. Es handelt sich um kriechende, schließlich parenchymatische zusammenschließende, Algen, deren Randfäden sich zum Teil stark verlängern und leicht verzweigen. Dabei werden die Zellen gegen das Ende zu immer dünner und dünner, bis schließlich die letzte Zelle lang und spitz ausläuft, wobei der Chromatophor gewöhnlich sehr blaß wird. Die Teilungstätigkeit ist im Faden mehr auf die Mitte oder gegen die Basis verlegt. Chromatophoren mehrere, scheibchenförmig, in den Fadenzellen oft nur einer. Die Alge ist nach den dorsiventralen, ungleich geißeligen Schwärmern unzweifelhaft eine Heterokonte.

---

[1]) ἡ χαίτη = Haar; Mähne; το πηδὸν = das Ruderblatt.

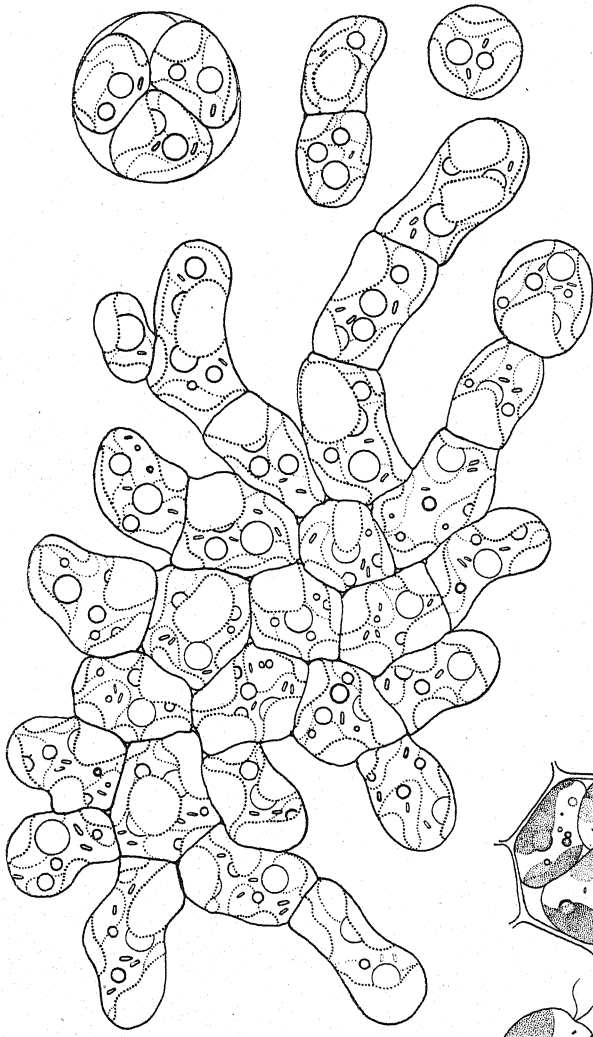


Fig. 864.

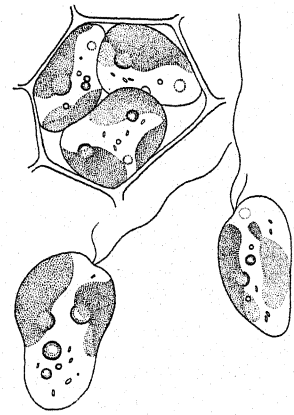


Fig. 865.

Fig. 864. *Heteropedia polychloris*, unten kleines Lager, oben Autosporenbildung. Einzelautospore und Keimung einer Autospore.

Fig. 865. *Heteropedia polychloris*. — Schwärmerbildung in einer Zelle aus der Mitte des Lagers; zwei Schwärmer.

Neben den spitz endenden langen Ästen bilden sich auch kurze, wenigzellige, oft derbere Äste, deren jeweilige Endzelle sich oft deutlich vergrößert, abbricht und sich ablöst. Die

abgelösten Zellen wachsen (wohl seltener) direkt zu neuen Fäden und Lagern heran. Meist scheinen sie Autosporen und Schwärmer (meist mehr als 8) zu bilden. Diese eigenartigen Zellablösungen kommen auch bei *Heteropedia* (siehe Fig. 863, 864) vor (vgl. auch *Pirula* S. 1022).

Andere Stadien wurden nicht gesehen, obwohl Aplanosporen oder Akineten wahrscheinlich sind. Die Zellen des Parenchyms

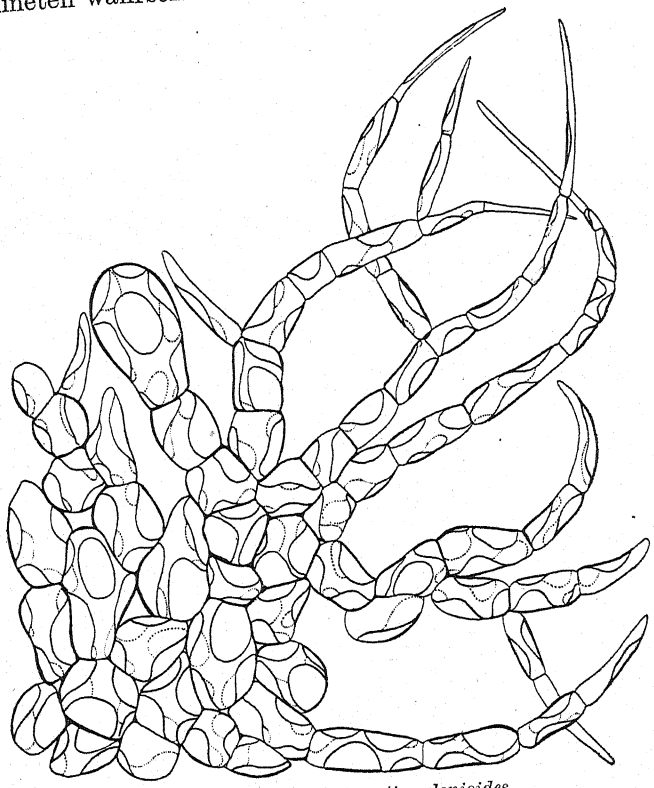


Fig. 866. *Chaetopedia stigeoclonioides.*

sowie die unteren Zellen der Fäden maßen höchstens 10 μ; die Endzellen aber bis 25 μ und noch mehr.

Im Gegensatz zu dem ähnlichen *Aeronemum* ist die Alge keine ausgesprochene Luft-, sondern mehr eine Wasseralge. Sie wurde nur ein einziges Mal, auf *Scirpus*-Stengeln auf sitzend, in Dalmatien gesehen. Vielleicht südliche Form.

An die Heterotrichalen sei folgende Algengattung angeschlossen, die Beziehungen zu den Heterokonten hat.

Pirula Snow (1912) (Fig. 867).

Snow, J. W., Bot. Gaz. **53** (1912) 347. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 225.

Syn.: *Pirulus* Snow, J. W., Bot. Gaz. **51** (1911) 363.

Zellen einzeln oder häufiger zu unverzweigten, leicht zerbrechlichen Fäden vereinigt, deren Quermembranen deutlich eingezogen sind und deren Endzellen sich stark vergrößern können. Ausgewachsene Zellen eiförmig bis birnförmig, oft recht unregelmäßig. Membran sehr zart. Ein großer, wandständiger, die Zelle nicht ganz ausfüllender Chromatophor ohne Pyrenoid.

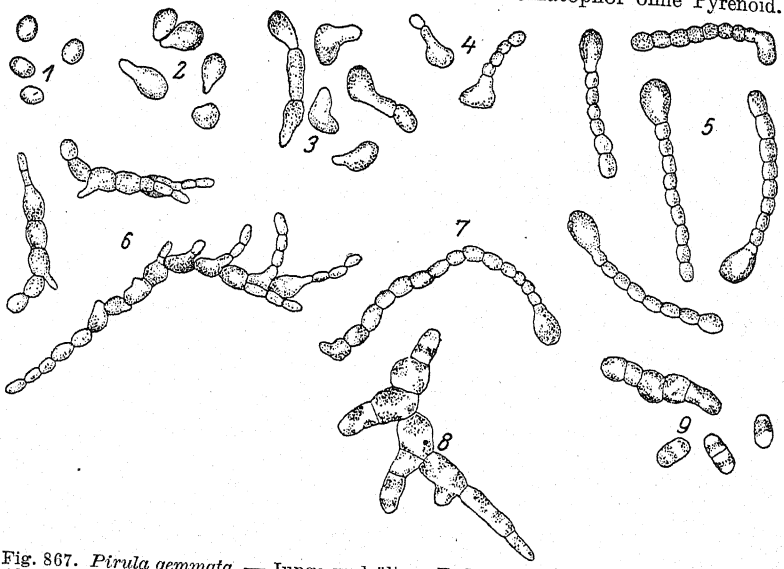


Fig. 867. *Pirula gemmata.* — Junge und ältere Fäden, z. T. bereits in konidienartiger Abschnürung der Zweigzellen, daneben einzelne solche Konidien in Stadien der Teilung oder Sprossung. Bei 8 auffallend *Heterococcus*-artiges Stadium (nach Snow).

Keine Stärke. Vermehrung durch Zerfall der Fäden sowie durch einen eigenartigen Sprossungsvorgang. Die Fadenzellen unter der Querwand treiben meist nach der gleichen Richtung (vielleicht Einfluß des Lichtes) schief nach auswärts je einen fingerförmigen Fortsatz, der sich durch eine Querwand von der größeren Mutterzelle abtrennt, zu einer ellipsoidischen Zelle wird und abfällt, wobei sich der Vorgang wiederholen kann, entweder in der Weise, daß nach dem Abfallen der Zelle der Sprossungsvorgang wiederholt (oder? sich die durch Sprossung entstandene Zelle teilt)[1]). Es kann dabei (siehe Fig. 867_6) zur Bildung kleiner Ketten von solchen Vermehrungszellen kommen, die dann in die einzelnen Zellen zerfallen. Mit diesen eigenartigen Sprossungsvorgängen hängt wohl auch zusammen, daß die Zellen des Fadens mehrkernig

[1]) Das Ganze stellt zunächst eine Zweigbildung dar; die Endzellen des Zweiges dienen aber als abfallende Vermehrungsorgane.

werden (bis acht Kerne). Andere Stadien nicht gesehen. Zellen 8–12 μ lang und bis 8 μ breit. Fäden meist nur wenigzellig, bis 15 Zellen. Auf epiphytischen Moosen und Lebermoosen von Guatemala und in Kulturgläsern in der Schweiz gefunden.

Eine Art:

Pirula gemmata SNOW (1912) (Zitate wie bei der Gattung).

Der eigenartige Vermehrungsvorgang, der an manche Formen der Gonidienbildung bei den Pilzen sehr nahe heranreicht, erscheint nicht ganz unvermittelt, da auch bei *Heteropodia* die Endzellen der Randfäden und ihrer Zweige sich oft abrunden und abfallen können. Allerdings tritt bei *Heteropodia* die seitliche Aussprossung der Fadenzelle nicht in dieser abgeänderten Form auf.

Zu *Pirula* hat PRINTZ [a. a. O. (1927) 225] auch das *Heterogonium salinum* DANGEARD [Bull. Soc. Bot. France **58**, Ser. 4 (1911) 309] gestellt. Diese Zuordnung bedarf aber noch einer Überprüfung. Ich habe weder die eine noch die andere Alge mit Sicherheit selber gesehen.

Heterosiphonineae

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **48**, Abt. 2 (1931) 324.

Syn.: *Heterosiphonales* PASCHER, Hedwigia 53 (1913) 21; Süßwasserfl. **11** (1925) 115. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 495. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A. (1935) 101; Crypt. Bot **1** (1938) 180. — WEST et FRITSCH, Treat. Brit. Freshw. Algae, 2. Aufl. (1927) 312.

Heterokonten mit siphonaler Organisation, d. h. mit der Kernteilung ist keine Protoplasten- und Zellteilung verbunden, so daß schließlich ein großer vielkerniger Protoplast (die Summe vieler, nicht getrennter, einkerniger Protoplasten) entsteht, der von einer gemeinsamen Haut umgeben ist. Nur bei den Vorgängen der Vermehrung kehrt der Organismus z. T. zur einkernigen Ausbildung zurück.

Die Heterosiphoneen stellen die Parallelgruppe zu den Siphoneen der Chlorophyceen dar. Während diese in sehr großer Mannigfaltigkeit und nach verschiedenen Entwicklungsrichtungen hin ausgebildet sind, ist von den Heterosiphoneen bislang nur eine einzige Gattung bekannt.

Bis jetzt nur eine Ordnung:

Botrydiales

PASCHER, Beih. Bot. Centralbl. **48**, Abt. 2 (1931) 324.

Makroskopisch sichtbare, stecknadelkopfgroße, vielkernige Algen, die mit einem verzweigten Rhizoidensystem in der Erde

verfestigt sind, während über der Erde eine kugelige bis verkehrteiförmige, manchmal schlauchförmige, aber auch plump gabelig verzweigte Blase mit vielen Chromatophoren ist. Vermehrung durch Schwärmer und Aplanosporen. Dauerorgane in verschiedener Weise ausgebildet (siehe Gattungsbeschreibung).

Einzige Familie:

Botrydiaceae.

Rostafinski u. Woronin, Bot. Zeitung **35** (1877) 668. — Rabenhorst, Kryptog.-Fl. Sachsen **1** (1863) 222. — Kirchner, Algenfl. Schles. (1878) 83. — Cooke, Brit. Fresh. Algae (1882) 11. — Borzi, Stud. alg. **2** (1895) 199, z. T. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhmen **1** (1889) 96. — De Toni et Levi, Flor. Alg. Ven. **3** (1888) 93. — Blackman et Tansley, New Phytolog. **1** (1902) 57. — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 144. — West, G. S., Treat. Brit. Freshw. Alg. (1904) 258. — Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 154. — Collins, Green Algae N. Am. (1909) 97. — Printz, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl. **3** (1927) 409. — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 102.

Syn.: *Hydrogastraceae* Rabenhorst, Flor. S.-Eur. Alg. **3** (1868) 265. — De Toni, Syll. Alg. **1**/1 (1889) 527. — *Hydrogastrideae* Lindley, Veg. Kingdom (1847) 22. — *Hydrogastreae* Endlicher, Gen. Suppl. **3**, 19.

Mit der einzigen Gattung:

Botrydium Wallroth (1815) (Fig. 868–899).

Wallroth, Ann. Bot. (1815) 153. — Rostafinski et Woronin, Bot. Zeitung **35** (1877) 669, z. T. — De Toni, Syll. Alg. **1**/1 (1889) 528. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1889) 96. — Kirchner, Algenfl. Schles. (1878) 83. — Rabenhorst, Kryptog.-Fl. Sachs. **1** (1863) 222. — Collins, Green Algae N. Am. (1902) 97. — Blackman et Tansley, New Phytol. **1** (1902) 57. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) 115. — Wolle, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 155. — West, G. S., Treat. Brit. Freshw. Algae (1904) 258. — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) 162; Crypt. Bot. **1** (1938) 180. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) 495. — Heering, Jahrb. Hamb. Wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) 145.

Syn.: *Ulva* (z. T.) Linné, Flor. suec. (1745) 1016[1]). — Linné, Spec. Plant. (1633) Nr. 10. — Retzius, Kgl. Vet. Acad. Handl. (1769) 251. — *Tremella* (z. T.) Weiss, Plant. Crypt. Flor. Goetting. (1770) 28. — Hudson, Flor. Angl. Ed. 2. (1778) 94. — *Linckia* Wiggers, G. H., Prim. Flor. Hols. (1780) 94. — *Vaucheria* p. p. Agardh, Disp. Alg. Suec. (1810) 22. — *Hydrogastrum* Desvaux, Observ. s. l. pl. Angres (1818) 18/19. — ? *Coccochloris*

---

[1]) Synonyma nur mit allem Vorbehalt hierher gestellt.

SPRENGEL, Syst. Veg. C. Linn., Ed. 16, **4** (1827) 372. — *Rhizococcum* DESMAZIÈRES, Ann. Sci. Bot., Bot. **22** (1831) 193. — CROUAN, Ann. Sci. Nat. Bot. sér. 2, **3**, 99.

Vielkernige, siphonale Alge, normalerweise mit deutlicher Gliederung in ein farbloses Rhizoidensystem und in eine ober-

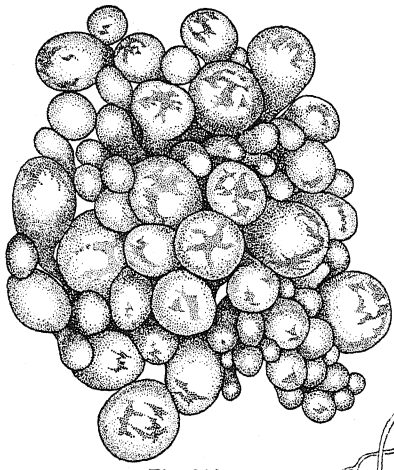


Fig. 868.

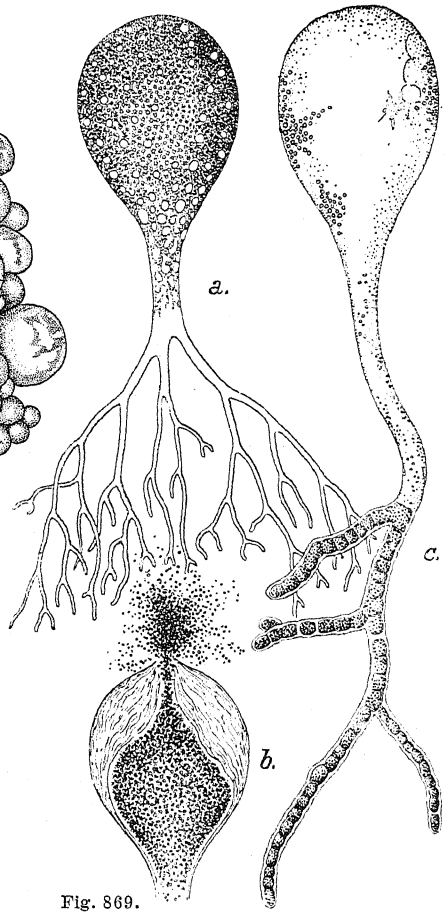


Fig. 869.

Fig. 868. *Botrydium granulatum* ssp. *eugranulatum:* eine kleine Gruppe von oben. Beachte die zum Teil mehr schlauchförmigen Zellen. Ihre Form bedingt durch den dichten Wuchs und die damit zusammenhängende Beschattung.

Fig. 869. *Botrydium granulatum* ssp. *Woronini: a* Erwachsene Zelle; *b* die gequollenen Innenschichten treiben die vielen Schwärmer aus; *c* eine Pflanze, die Reihensporocysten in den Rhizoiden gebildet hat. Die Blase selber nicht völlig plasmafrei (nach ROSTAFINSKI und WORONIN).

irdische chromatophorenreiche Blase als Assimilator. Beide Teile im Prinzipe verzweigungsfähig oder verzweigt. Die Blase geht, vermittelt oder unvermittelt, in das meist kräftige, verschieden lange Hauptrhizoid über, das entweder durch das ganze Rhizoidensystem zu verfolgen ist (monopodial) oder sich wiederholt gabelt, wobei beide Gabeläste gleichmäßig ausgebildet sind oder einer rückgebildet ist, so daß dann nur einer die Weiter-

führung des Rhizoidensystems besorgt (sympodial). Die Zwischenstücke zwischen den einzelnen Gabelungen bei den verschiedenen Arten verschieden lang. Die Rhizoide sind meist farblos und enden derb oder fein (bei den einzelnen Arten verschieden).

Der oberirdische grüne Abschnitt hat die Form einer kugeligen, eiförmigen bis verkehrt-ei- bis birnenförmigen Blase, die bei dichtem Nebeneinanderwachsen oder bei minderer Be-

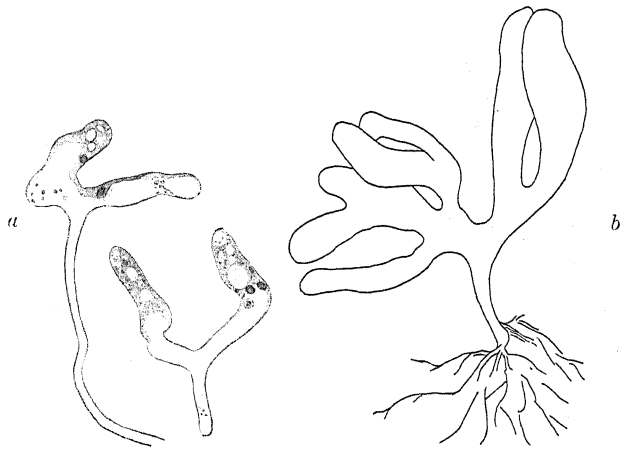


Fig. 870. *Botrydium divisum:* *a* gabelige Keimungsstadien von *Botrydium pachydermum;* *b* (*B. divisum*) Blase ebenso wie das Rhizoid gabelig. (*a* nach ROSTAFINSKI und WORONIN. *b* nach IYENGAR).

leuchtung sich strecken kann und schlauchförmig wird (Fig. 882a, 890). Auch der oberirdische Teil ist der Gabelung fähig. Bei stärkerer Beleuchtung wird bei vielen Arten die mehr schlauchförmige Ausbildung unterdrückt, und zwar verhalten sich die einzelnen Arten in bezug auf die Intensität der Beleuchtung verschieden (Fig. 890, 898). Manche Formen sind überhaupt mehr schlauchförmig und ein- oder mehrfach plump gegabelt (Fig. 870, 887, 898) und bilden einfache Blasen selten, während andere Arten normalerweise blasenförmig sind und die schlauchartigen, gelegentlich gegabelten Formen nur selten ausbilden, oder die Fähigkeit dazu ganz verloren haben (*Botrydium granulatum* var. *eugranulatum*). Für die Gliederung in Rhizoid und Blase ist bei manchen Arten die Beleuchtung maßgebend (im Zusammenhang damit das dichte Aneinanderstehen). Bei manchen Arten unterbleibt bei mäßigem Lichte die Gliederung in Rhizoid und Blase, oder die Pflanze nimmt eine Mittelstellung ein [VISCHER (1938)].

Die Haut erscheint zunächst zart, ist aber mehrschichtig. Die Innenschichten treten besonders dann hervor, wenn sie vor der Entleerung der Schwärmer oder Aplanosporen stark aufquellen und diese Gebilde passiv entleeren. Ob eine Kutikula vorhanden ist, steht nicht fest. Die Haut besteht aus etwas Zellulose und vor allem Pektin. Chitin fehlt, wie F. v. WETTSTEIN (1915) nachgewiesen hat. Die Haut ist besonders bei älteren Blasen mit Kalkknötchen oder Kalkschüppchen, die

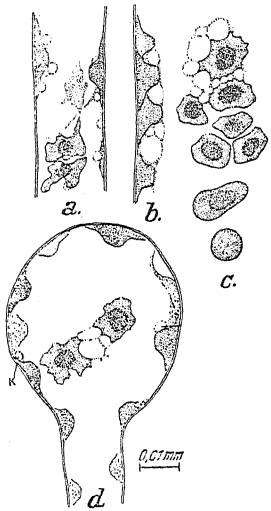


Fig. 871.

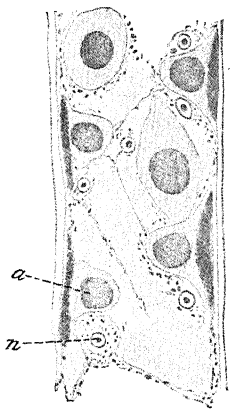


Fig. 872.

Fig. 871. Chromatophorenbau. *a Botrydium Bechererianum:* Chromatophoren von der Breit- und von der Schmalseite; in der Mitte verdickt, mit dünnem Rande; *b, c, d Botrydium granulatum:* Chromatophoren von der Schmal-, *b, c* von der Breitseite, aus der Zelle ins freie Wasser entleert, sich abrundend und dabei den dünnen Rand verlierend; *d* junge Blase mit Chromatophoren von der Schmal- und Breitseite. Die verdickte Stelle täuscht ein Pyrenoid vor (nach W. VISCHER).

Fig. 872. *Botrydium granulatum?* Chromatophoren mit pyrenoidartigen Verdickungen der Chromatophoren (nach KLEBS).

auch krustenförmig zusammentreten können, bedeckt. Die Kalkabscheidung erfolgt zunächst an voneinander getrennten Stellen. Vielleicht ist eine bestimmte örtliche Verteilung vorhanden, die durch Membrandifferenzierung bedingt ist.

Junge, im Wachstum begriffene Blasen erscheinen lichtgrün; ältere dunkelgrün. In jungen Zellen, an den Keimlingen, erscheinen die Chromatophoren manchmal etwas kurz bandförmig, später werden sie aber scheibchenförmig. Sie zeigen, wenn sie nicht zu dicht stehen, deutlich einen dünneren Saum und nach innen vorspringend eine kräftige Verdickung (Fig. 871 *b, d*). Da-

durch wird ein Pyrenoid vorgetäuscht [MILLER (1927) 160; VISCHER (1938) 556]. Die Chromatophoren liegen im Wandplasma zunächst nur in einer Schicht, bei weiterem Wachstum verstärkt sich die Plasmaschicht und damit reichern sich die Chromatophoren in zwei bis sechs Lagen an. Dabei geht an manchen Chromatophoren die Verdickung etwas zurück. Die Färbung der Blase bei mehreren Chromatophorenlagen dunkelgrün. Mit der Verdickung des plasmatischen Wandbelages verkleinert sich der zentrale Saftraum sehr. Im Plasma sind zahlreiche Kerne, deren Cytologie nicht bekannt ist. Der Protoplast zeigt, wie an der Verschiebung der Kerne und Chromatophoren zu erkennen ist, deutliche Strömung. Im Plasma finden sich lichtbrechende Körperchen, Öltröpfchen und eine stark lichtbrechende Substanz, die zunächst in einzelnen Tröpfchen auftritt, später aber zu großen Ballen zusammenschließt. Auch Fett ist vorhanden.

Die Blasen wachsen bei den einzelnen Arten immer nur zu begrenzten Größen heran. Die größten Arten messen höchstens 2–3 mm, die kleinsten nur $^1/_4$ mm. Ist diese Größe erreicht, dann schreitet die Alge, falls nicht bereits durch äußere Faktoren früher dazu angeregt, zur Vermehrung oder zur Bildung der Dauerorgane.

Hauptsächlichste Vermehrung durch Schwärmer, die durch simultane Zerteilung des Protoplasten in einkernige Teilstücke erfolgt, so daß in einer Blase viele Tausend Schwärmer gebildet werden können. Die Bildung der Schwärmer wird durch Übergießen oder Eintauchen der Pflanzen ausgelöst, oft genügt die Übertragung in feuchte Atmosphäre. Das auslösende Moment für die Schwärmerbildung [MILLER (1927) 156] scheint die Herabsetzung der Transpiration zu sein. Gelegentlich bleibt ein ungeteilter Plasmarest in der Blase zurück. Die Entleerung erfolgt durch die Quellung der inneren Membranschichten (siehe Fig. 868*b*), die die Schwärmer an der Spitze der Blase durch ein Loch, aber auch durch unregelmäßiges Zerreißen der Haut austreiben. In feuchter Luft können die Schwärmer (*Botrydium Woronini*) durch Zerfließen der Membran frei werden. Die Schwärmer kriechen dann manchmal direkt amöboid am Substrat. Dabei wird auch die von einer Plasma-

[1]) Angaben KORSCHIKOFFS [(1930) 370] und KLEBS' [(1896) 224, vgl. auch diese Bearbeitung], denen ich mich noch im Allgemeinen Teile anschloß, scheinen auf eine Verkennung der morphologischen Verhältnisse der Chromatophoren hinauszulaufen.

haut umgebene Zentralvakuole entleert, so daß nur die leere Membran überbleibt.

Die Schwärmer (Fig. 873) sind typische Heterokontenschwärmer, dorsiventral, mit manchmal sehr schmaler Rückenseite, ein bis mehrere, häufig zwei, meist etwas binnenständige Chromatophoren, wahrscheinlich auch bei manchen Arten auch ein Stigma. Sie können völlig amöboid werden. KOLKWITZ hat [(1926) 539, Fig. 2] die Nebengeißel festgestellt, die bei der von ihm beobachteten Art nur ein Sechstel der Hauptgeißel mißt; bei anderen Arten ist die Nebengeißel länger. Die Protoplastenzerspaltung führt nicht immer zur völligen Trennung der Schwärmer, es bleiben nicht selten zwei oder mehrere Schwärmer mit ihren Hinterenden oder Seite an Seite verbunden. Solche Stadien wurden als Kopulationen gedeutet [ROSENBERG (1930) 291][1]).

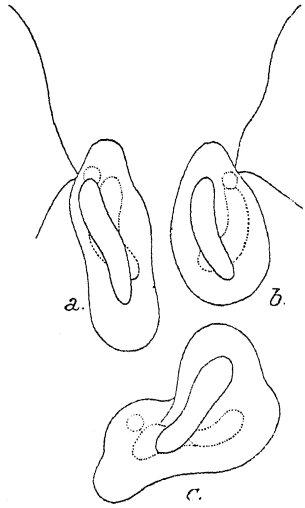


Fig. 873. Schwärmer von *Botrydium granulatum:* Rücken- und Breitseite.

Die Schwärmer schwärmen nur kurze Zeit und besitzen nach MILLER [(1927) 117] nur eine geringe Phototaxis. Sie schwimmen entweder an die Oberfläche des Wassers, behäuten sich hier zu kleinen kugeligen oder länglichen Zellen, die entweder bald wieder ausschwärmen oder zu großen Zellen heranwachsen, die zu allermeist wieder Schwärmer bilden. Es können aber diese kleinen oder größeren Zellen, auf feuchte Erde gelangt, direkt zu kleinen Pflänzchen auswachsen, oder aber die Schwärmer selber entwickeln sich unter Behäutung direkt zu kleinen Pflänzchen dadurch, daß sie sehr bald ein Rhizoid in die Erde treiben und die Blase entwickeln. Nur bei einer Art, *Botrydium granulatum* var. *Woronini*, können die Schwärmer unter Wasser auskeimen und bilden dann dünne Fäden aus [MILLER (1927) 137].

Die einkernigen Teilstücke des Protoplasten können sich noch innerhalb der Blase mit einer zarten Membran umgeben.

[1]) Prof. MILLER hat die gleichen Beobachtungen gemacht. Ich danke ihm auch hier für die Übersendung von Zeichnungen. Auch MILLER sprach sich (schriftlich) gegen die ROSENBERGsche Deutung solcher verbunden gebliebenen Schwärmer als Kopulationsstadien aus.

Die Entleerung dieser Autosporen[1]) erfolgt in der gleichen Weise wie die der Schwärmer, entweder durch ein apikales Loch oder durch unregelmäßiges Zerreißen und Zurückklappen der Blasenhaut. Dabei können die Autosporen als Haufen an der Spitze der Blase haften bleiben (z. B. *Botrydium Bechererianum*, *B. cystosum* [gelegentlich] [Fig. 886]), oder sie bilden einen Belag auf der unregelmäßig aufgerissenen Haut (Fig. 882). In beiden Fällen werden sie weggeschwemmt. Diese Aplano-

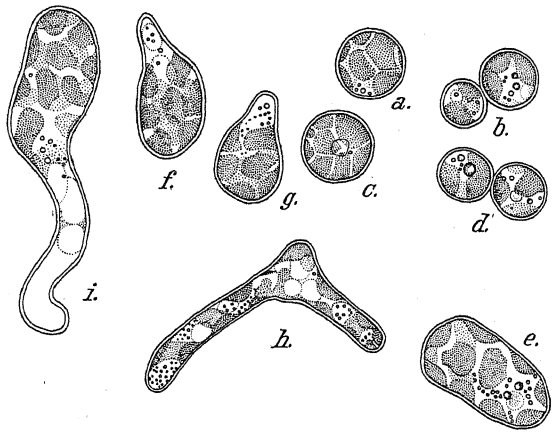


Fig. 874. *Botrydium granulatum* ssp. *Woronini: a* zur Ruhe gekommene Schwärmer; *b* verschieden weit vorgeschrittene Keimungsstadien. Beachte die bereits bei manchen Zellen einsetzende Gliederung in Rhizoid und Blase (nach ROSTAFINSKI und WORONIN).

sporen bilden manchmal wieder Schwärmer aus oder wachsen direkt wieder zu neuen Pflänzchen aus.

Bei einigen Arten kommt es nicht zur Bildung einkerniger Autosporen; die Behäutung erfolgt dann an Teilstücken des Protoplasmas, die noch mehrkernig sind. Diese mehrkernigen behäuteten Zellen platten sich gegeneinander ab, die Blasenmembran verschwindet und diese Stadien bilden, entsprechend der Blasenform, zunächst eine hohlkugelige Masse, die sich mit der Zeit in die einzelnen Zellen auflöst [*B. Wallrothi*; *B. cystosum* (siehe Fig. 881 *b*)]. Sie keimen direkt aus.

Durch Verdickung der Membran entstehen aus den Teilstücken des Protoplasten Dauersporen, die dementsprechend

[1]) Die Benennung der Sporenformen ist nicht ganz eindeutig. Ich möchte aber die direkt auskeimenden Sporen als Autosporen, wenn sie aber Dauersporen werden, als Aplanosporen (einkernig) oder Sporocysten (mehr- bis vielkernig) bezeichnen.

(= Aplanosporen) einkernig bis vielkernig sein können. Die größeren Dauerstadien werden als Sporocysten bezeichnet. Die Zahl der Kerne in einer solchen Sporocyste bzw. ihre Größe hängt davon ab, in wie kleine Teile der Protoplast einer Blase zerteilt wurde: je mehr Teilungen, desto kleiner die Protoplasmaprotionen, desto kleiner und weniger kernig die Sporocysten. Meist sind innerhalb einer Blase die Sporocysten gleich groß; manchmal weisen sie große Verschiedenheiten in der Größe auf. Meist sind, entsprechend dem Saftraum einer Blase, die Sporocysten hohlkugelig aneinandergelagert. Die Blasenmembran verschwindet, der freigewordene Sporocystenhaufen zerfällt. Manchmal sind nur sehr wenige große Sporocysten vorhanden. Es kann aber bei der Sporocystenbildung die Spaltung des Protoplasten ganz unterbleiben, dann wandelt sich der ganze Protoplast einer Blase in eine einzige große Sporocyste (Makrocyste MILLER) (Fig. 881*e*) um. Bei den meisten Formen ist diese Makrocyste kleiner als das Blasenvolumen (Fig. 74, S. 87; Fig. 881*e*), die Blasenhaut steht dann locker und faltig von der Sporocyste ab. Bei *Botrydium pachydermum* verkleinert sich die Sporocyste nicht (Fig. 55*e*, S. 70; Fig. 891), die Blasenwand liegt der Sporocystenwand dicht an, es sieht dann so aus, als handle es sich um eine derbwandige Blase. In jenen Fällen, in denen in der Blase nur eine oder sehr wenige Sporocysten gebildet werden, schließt sich der Blasenraum gegen das Rhizoidensystem dadurch ab, daß im Hauptrhizoid Membranverdickungen auftreten, welche sein Lumen verschließen. Gleichzeitig verkürzt sich unter Querfaltung der Membran das Hauptrhizoid und zieht damit die Blase samt der großen Sporocyste etwas in die Erde hinein (Fig. 74 [rechts], S. 87; Fig. 881*e*, 893*b*). Die großen Sporocysten besitzen eine sehr dicke Plasmaschicht mit sehr vielen Chromatophoren, die in zwei bis mehreren Schichten liegen, und einen meist winzigen Saftraum. Dadurch sehen die Sporocysten dunkelgrün, fast schwarz, aus.

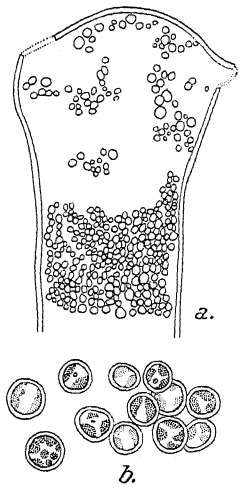


Fig. 875. *Botrydium divisum:* Ein Gabelast der Blase in Sporenbildung begriffen, bereits mit Löchern versehen. Darunter einige derbwandige Sporen mit mehreren Chromatophoren (nach IYENGAR).

Die Sporocysten können entweder direkt zu neuen Pflanzen auswachsen oder sie bilden in großer Zahl Schwärmer aus. Bei

Botrydium pachydermum wird die große Sporocyste durch die gequollenen Innenschichten der Membran ausgetrieben (siehe Fig. 894).

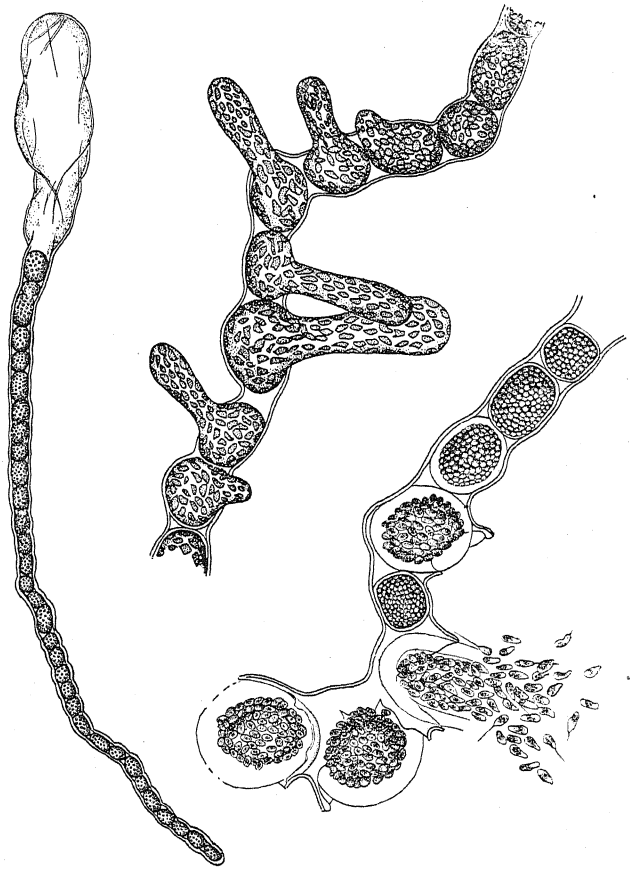


Fig. 876. *Botrydium granulatum* ssp. *Woronini:* Links der Inhalt der vielkernigen Zelle hat sich in das Rhizoid zurückgezogen, sich hier in mehrkernige Protionen zerteilt, die hintereinander zu liegen kommen und aus denen durch derbe Behäutung Sporocysten entstehen (Rhizocysten). Diese Rhizocysten keimen entweder direkt aus (Figur in der Mitte) oder bilden sehr viele Schwärmer (Figur rechts unten) (nach ROSTAFINSKI und WORONIN).

Die Sporocystenbildung kann aber auch im Rhizoidensystem stattfinden (Fig. 73, S. 86; Fig. 87 [rechts], S. 87; Fig. 876, 897). Zu diesem Zwecke strömt in den meisten Fällen das Plasma der Blase in das Rhizoidensystem ab: zunächst die zu innerst gelegenen Plasmamassen und schließlich die Chromatophoren führenden Schichten, während der äußerste Wandbelag des Plasmas

in der Blase verbleibt. Die Blase wird dadurch fast glashell. Das Rhizoidensystem schließt sich durch Membranverdickungen im Hauptrhizoid völlig von der Blase ab. Im Rhizoidensystem zerfällt das eingewanderte Plasma in einzelne mehr- bis vielkernige Protionen, die, entsprechend der Form der Rhizoiden, reihenweise hintereinander zu liegen kommen, sich mit einer derben Membran umgeben. Zunächst sind noch alle von der Membran des Rhizoids überdeckt, später verschwindet diese und die Sporocysten werden frei. Miller bezeichnet diese im Rhizoidalsystem gebildeten Sporocysten als Rhizocysten. Sie können entweder direkt zu neuen Pflänzchen auswachsen oder bilden Schwärmer.

Manchmal wird die endständige Rhizocyste deutlich größer als die davorliegenden (Fig. 897). Das vermittelt die Cystenbildung bei *Botrydium tuberosum*, bei dem sich das Ende der Rhizoidenzweige bläschenförmig und stark vergrößert, so daß die hier gebildete Sporocyste auffallend größer ist als die davorliegenden Sporocysten, vorausgesetzt, daß solche überhaupt gebildet werden. Ein solches Rhizoidensystem ist dann an den Enden der Rhizoidalfäden mit je einem oft ziemlich großen Knöllchen besetzt, dessen Inhalt von einer derben Wand umgeben ist, um die noch die Haut des Rhizoidenendes liegt (siehe Fig. 897, 895).

Bei der Bildung der Sporocysten im Rhizoidensystem kann es geschehen, daß das Hauptrhizoid bereits verschlossen wird, bevor der gesamte Plasmainhalt der Blase in das Rhizoidensystem abgeströmt ist. Der in der Blase zurückgebliebene Plasmateil bildet dann eine große Sporocyste in der Blase. Es können also neben den Knöllchen an den Enden der Rhizoiden auch noch Reihenrhizocysten auftreten und dazu noch eine Makrocyste, alles an einem einzigen Pflänzchen.

Wie und wo immer diese Sporocysten gebildet werden, sie entwickeln bei der Keimung entweder viele Schwärmer oder keimen direkt zu neuen Pflänzchen aus, zunächst in der Form einer schlauchförmigen Zelle, die sich je nach der Beleuchtung oder nach anderen Außenfaktoren früher oder später differenziert.

Die Sporocysten sind, besonders wenn sie als Rhizocysten entwickelt sind, sehr langlebig. Ich erhielt einmal aus 9 Jahre altem, trocken aufbewahrtem Schlamm, der Rhizocysten enthielt, neue Pflänzchen.

Die Bildung der Schwärmer, Aplanosporen und Sporocysten stellt sich, je nach der Art, bei erwachsenen Pflänzchen von

selber ein, sie wird aber durch die Außenfaktoren gelenkt und kann durch Außenfaktoren auch bei nicht herangewachsenen Pflänzchen ausgelöst werden [vgl. die Arbeiten von KLEBS (1896), MILLER (1927) und vor allem von VISCHER (1938)]. So gelingt es, bei Rassen, die normalerweise keine Rhizocysten bilden, die Bildung auszulösen [MILLER (1927) 163]. Bei manchen Arten sind die Wachstums- und Vermehrungsphasen scharf voneinander geschieden, bei anderen [*Botrydium pachydermum* MILLER (1927) 169] ist es nicht der Fall. Fast alle Arten aber neigen dazu, im späteren Alter mehr Aplanosporen als Schwärmer zu bilden. Auch die Form der Entleerung scheint bei manchen Formen von Außenfaktoren beeinflußt zu sein. So bleiben bei *Botrydium cystosum* (Versuche von VISCHER) die Sporen an der Spitze der Blase haften, und zwar nur dann, wenn die Kulturen im Warmhaus gestanden waren, während dies bei *Botrydium Bechererianum* die Regel zu sein scheint. Oder es verhalten sich die Pflänzchen am Rande einer Kultur anders als in der Mitte und dergleichen mehr (vgl. die wichtige Arbeit VISCHERS 1938).

Botrydium ist derzeit der einzige Vertreter der Heterosiphoneen. Biologisch stellt es eine typische Luft- bzw. Erdalge dar. Die eigenartigen Sporenbildungen (vor allem Rhizocysten, Knöllchen) und vor allem das Hereinziehen der Sporocysten in die Erde durch Verkürzung des Hauptrhizoids stellen typische Anpassungen an die aerophile Lebensweise dar. Über die Ökologie hat KOLKWITZ (1927) eine Reihe von Angaben gemacht. Die Alge tritt vor allem an solchen Stellen auf, die durch periodische Wasserführung lehmigen oder tonigen Schlamm auf- bzw. eingelagert bekommen. Vorbedingung ist nährstoffreicher Schlamm. Sie findet sich daher nicht an dystrophen Gewässern, z. B. an humussaueren Stellen usw. Ebensowenig an rein sandigen Stellen. Die Entwicklung erfolgt am üppigsten nicht an nassen Stellen, sondern erst dann, wenn die Oberfläche stumpf wird und der Schlickboden sich polygonal zu feldern beginnt. So verweist KOLKWITZ [(1926) 533ff.] auf das häufige Vorkommen an den Elbufern mit ihren günstigen Bedingungen, auf das eingeengte Vorkommen längs der Steilufer der Leine und Innerste, während an der Aller, die mehr dystroph ist, die Alge bis jetzt nicht gesehen wurde. In den Humusgebieten Südschwedens, wo die schlickartigen Ablagerungen an Teichen und Bächen für *Botrydium* scheinbar günstig sind, scheint sie

wegen der Dystrophie der Unterlagen zu fehlen. Ebenso fehlt sie im Bett des Rheines, soweit es mehr sandig und kiesig als lehmig und tonig ist. Wichtig ist ferner, daß nicht wiederholte Überschwemmungen die Standorte unter Wasser setzen. Die Entwicklung von *Botrydium* kann so mächtig sein, daß andere Bewerber nicht aufkommen. Nach KOLKWITZ genügen aber andererseits bereits bei Wasserrückgang zurückgebliebene Wasserlinsen, um *Botrydium* zu hemmen.

An günstigen Stellen kann *Botrydium* weithin den Boden dicht überdecken. Beim Überschreiten solcher Stellen zerplatzen die Blasen mit einem knisternden Geräusch. Darauf geht der synonyme Artname *crepitans* zurück, den DESMAZIÈRES (1831) der Alge gab. Voraussetzung für die Entwicklung von *Botrydium* ist allem Anschein nach ein bestimmter Kalkgehalt, der nicht unterschritten sein kann. KOLKWITZ verweist darauf, daß *Botrydium* auch an Stellen vorkommen kann, die infolge von Schwefelwasserstoffbildung Schwefeleisen entwickelt hatten, was darauf hindeutet, daß *Botrydium* auch an Stellen mit viel organischen Substanzen leben kann. Damit stimmt das so häufige Vorkommen auf gedüngten Stellen (Garten- und Ackerland) oder Rändern oder Grund von Abflußwässern (Straßengräben, Abzugsrinnen) überein.

Von Algen des Süßwassers kann *Botrydium* wohl nur mit *Protosiphon* KLEBS verwechselt werden, einer Grünalge, die Stärke speichert, deren Schwärmer gleichlange Geißeln haben und deren Gameten rote, leicht sternförmige Zygoten bilden. ROSTAFINSKI und WORONIN (1877) mengten in ihren entwicklungsgeschichtlichen Studien über unsere Alge auch Entwicklungsstadien von *Protosiphon* in den Entwicklungszyklus von *Botrydium*. Erst KLEBS (1896) klärte die beiden Gattungen. Bei oberflächlicher Betrachtung kann auch *Geosiphon* für *Botrydium* angesehen werden, bei dem v. WETTSTEIN nachweisen konnte, daß in seinen Blasen ein *Nostoc* lebt, während die Blasen selber, wie später nachgewiesen wurde, von einem Pilz gebildet werden [v. WETTSTEIN (1915); KNAPP (1933)].

Wir kennen von der Gattung *Botrydium* nur einen sehr kleinen Ausschnitt. Die Arten stehen sich zum Teil sehr nahe und unterscheiden sich nicht immer ausgesprochen morphologisch als vielmehr dadurch, daß sie in der Formbildung, Vermehrung und Sporenbildung auf die Außenfaktoren in verschiedener, aber für jede Art bestimmte Weise ansprechen.

Ein brauchbarer Bestimmungsschlüssel ist derzeit unmöglich. Man vergleiche Figuren und Beschreibungen.

1. Botrydium granulatum GREVILLE (1830) (Fig. 868, 869, 877, 878).

GREVILLE, Algae britann. (1830) Taf. 19. — RABENHORST, Kryptog.-Fl. Sachs. **1** (1863) 222. — KIRCHNER, Algenfl. Schles. (1878) 84. — ROSTAFINSKI et WORONIN, Bot. Zeitung **35** (1877) 669. — DE TONI, Syll. Alg. **1**/1 (1869) 529. — WOLLE, Freshw. Algae U. S. A. (1887) 115. — COOKE, Brit. Freshw. Algae (1883/84) 114. — HANSGIRG, Prodr. Algenfl. Böhm. **1** (1886) 97. — DE TONI et LEVI, Flor. Alg. Ven. **3** (1886) 93. — COLLINS, Green Algae N. Am. (1909) 98. — KLEBS, Bedingungen der Fortpflanzung (1896) 223. — HEERING, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23** (1906), Beih. 3, 145. — PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) 117. — MILLER, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45** (1927) 162. — SMITH, Freshw. Algae U. S. A (1933) 132.

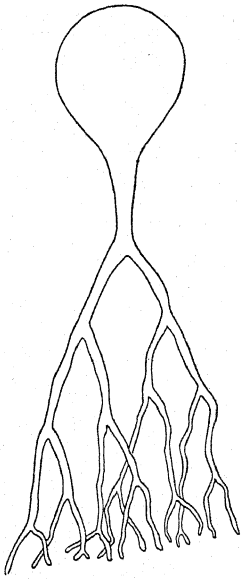


Fig. 877. *Botrydium granulatum* ssp. *Woronini* (nach MILLER).

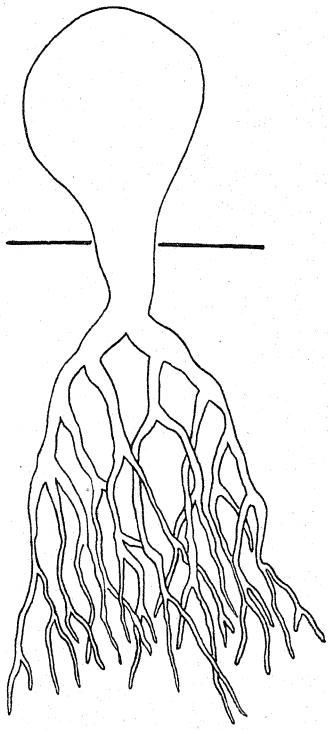


Fig. 878. *Botrydium granulatum* ssp. *eugranulatum* (nach MILLER).

Abb.: Vgl. die Angaben bei den Unterarten.

Syn.: *Botrydium argillaceum* WALLROTH, Ann. Bot. (1815) 153. — KÜTZING, Tab. phyc. **6** (1849–1869) Taf. 54, Fig. 1. — *Botrydium rupestre* OPIZ, Seznam (1852) 172; nicht aber *Botrydium pyriforme* KÜTZING, Tab. phyc. **6**, Taf. 54, Fig. 3 ist wahrscheinlich gleich *Geosiphon pyriforme* WETTSTEIN [WETTSTEIN (1915), KNAPP (1933)] [1]). — *Ulva sphaerica aggregata* LINNÉ, Flora Suec. (1745) 1016. — *Ulva granulata* LINNÉ, Spec. plant. (1633) Nr. 10; Flora dan. (1766) Taf. 15. — *Ulva radicata* RETZIUS, Kgl. Vet. Acad. Handl. (1769) 251. — *Tremella globosa* WEISS, Plant. Crypt. Flor. Goetting. (1770) 28. — *Tramella granulata* HUDSON, Flor. Angl., Ed. 2 (1778) 566. — *Linckia granulata* WIGGERS, Prim. Flor. Hol. (1788) 94. — *Vaucheria radicata* AGARDH, Disp. Alg. Suec. (1810) 22. — *V. granulata* LYNGBY, Tentamen Hydrophyt. Dan. (1819) 78. — *Hydrogastrum granulatum* DESVAUX, Obs. s. l. pl. Angers (1818) 18/19. — ? *Coccochloris radicata* SPRENGEL, Syst. Veg. C. Linn., Ed. 16, 4 (1827) 372. — *Rhizococcum crepitans* DESMAZIÈRES, Ann. Sci. Nat. Bot. **22** (1831) 193. — *Rh. Levieuxii* CROUAN, Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 2, **3**, 99.

Sammelart, die sicher in mehrere Arten aufgelöst werden muß. Blasen verkehrt eiförmig bis birnförmig, am Vorderende meist kugelig abgerundet, seltener leicht walzlich verlängert bis etwas unregelmäßig keulenförmig. Kalkausscheidungen in der Form zunächst einzeln stehender Kalkkörnchen. Verzweigung des Rhizoidensystems stets ausgesprochen gabelig. Schwärmer und Autosporen. Dauerstadien in der Form von Reihensporocysten in den Rhizoiden und einkernige Dauersporen.

In diesem Umfange umfaßt die „Art" sicher mehrere Arten, von denen VISCHER in seinem *B. cystosum* bereits eine herausgehoben, während MILLER schon 1927 eine Zerteilung in zwei Varietäten vorgenommen hat. Die beiden von MILLER aufgestellten Varietäten scheinen mir die gleiche Wertigkeit zu haben wie die von VISCHER aufgestellten Arten; ich stelle sie auch hier weiter als Unterarten ein, weil ich, obwohl ich mich viel mit ihnen beschäftigte, doch noch immer zu wenig Erfahrung habe. Ich gebe daher hier im allgemeinen die MILLERsche Gliederung wieder.

Zwei Unterarten (wohl eigene Arten):

Botrydium granulatum ssp. ***Woronini*** [MILLER (1927)] (Fig. 868, 867, 877).

MILLER, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45** (1927) 162.

Syn.: *Botrydium granulatum*, z. T., im Sinne von ROSTAFINSKI und WORONIN, Bot. Zeitung **35** (1877) 669 (ausschließlich der auf *Botrydium pachydermum* [siehe dieses] und *Protosiphon* bzw. Stadien).

[1]) Die meisten der angeführten Zitate sind nur mit Vorsicht auszuwerten. So ist die mit *Botrydium granulatum* als gleich erklärte *Gongrosira clavata* KÜTZING gewiß kein *Botrydium*, sondern wohl Moosprotonemen mit Brutkörperchen.

Abb.: Rostafinski u. Woronini a. a. O., Taf. 7, 8, 9 ausschließlich Fig. 2, 28–28 und ausschließlich Taf. X. — Miller, a. a. O. (1927) Taf 2, Fig. 1. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) Fig. 96, 1–3, S. 118 (Kopie nach Rostafinski und Woronin). — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1925) Fig. 164*A* (ebenfalls gleiche Kopie). — Heering, Jahrb. Hamb. wiss. Staatsanst. **23**, Beih. 3 (1906) Fig. 43, S. 145. — West u. Fritsch, Treat. Brit. Freshw. Algae, Ed. 2 (1927) Fig. 132, S. 313. — Cooke, a. a. O. (1883/84) Taf. 45, z. T. (Kopie nach Rostafinski und Woronin).

Blasen fast kugelig, ziemlich rasch und birnförmig in das schmale und oft sehr lange Hauptrhizoid zusammengezogen und nicht allmählich in dieses übergehend, dabei bis zu einem Drittel in die feuchte Erde eingesenkt. Diese Blasenform bleibt auch bei schwacher Beleuchtung erhalten. Die Blase wird dann im Gegensatz zur zweiten Unterart nicht schlauchförmig. Das Rhizoidensystem zeigt relativ spärliche Verzweigung. Die Zwischenstücke zwischen den einzelnen Gabelungen sind lang und zylindrisch, die Dicke des Rhizoidensystems nimmt nur allmählich gegen die Enden ab. Das ganze Rhizoidensystem nicht dicht büschelig, sondern sehr locker. Die letzten Zweige dick, bei ausgewachsenen Zellen bis 40 μ messend. Die wenig beweglichen Schwärmer kommen unter Wasser zur Ruhe und keimen hier zu Fäden aus. Bei feuchter Luft werden sie durch Zerfließen der Blasenwand frei und kriechen dann auseinander. Aplanosporen nur selten gebildet. Als Dauerstadien kommen die Reihensporocysten in den Rhizoiden (Rhizocysten) in Betracht, die das normale Abschlußstadium der Pflanzen auch bei günstigen Lebensbedingungen darstellen.

Zellen bis 2 mm groß.

Vorkommen: Mit Sicherheit von den Berieselungsfeldern in Ljublino bei Moskau; England (Calcerey, W. Yorkshire [nach West]); auf feuchten Äckern um Franzensbad im Sudetengau; Ufer des Langenbrucker Teiches im südlichen Böhmerwalde. Die Angaben über die Verbreitung von *Botrydium granulatum* sind nur mit allem Vorbehalte hierher zu beziehen, da sie sich zu allermeist auf die folgende Unterart beziehen.

Botrydium granulatum sspec. ***eugranulatum*** [Miller 1927] (Fig. 878).

Syn.: *Botrydium granulatum* var. *eugranulatum* Miller, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **46** (1927) 163. — *Botrydium granulatum* der Autoren, z. T.

Abb.: Miller, a. a. O. (1927) Taf. 2, Fig. 2.

Die ganze Pflanze plump und gedrungen, derber als bei subsp. *Woronini*. Blase ausgesprochen verkehrt birnenförmig,

vorne halbkugelig abgerundet, ganz allmählich in das derbe, plumpe und meist recht kurze Hauptrhizoid verschmälert, das nicht selten ein Drittel der ganzen Blase an Dicke mißt. Rhizoidensystem dadurch dicht büschelig, daß die Gabelungen sehr rasch aufeinander folgen und die Zwischenstücke zwischen den Gabelstellen recht kurz sind. Dabei gabelt sich das Rhizoidensystem viel reicher als bei der subsp. *Woronini*. Die Rhizoiden nehmen gegen ihre Enden viel rascher an Dicke ab und laufen viel feiner aus. Oft ist das ganze Rhizoidensystem unregelmäßig und in seiner Verzweigung gestört. Die sehr beweglichen Schwärmer steigen an die Oberfläche des Wassers. Die sehr leicht gebildeten Autosporen besorgen die Hauptverbreitung. Daneben werden als Dauerstadien einkernige, derbwandige Aplanosporen und in den Rhizoiden Reihensporocysten gebildet.

Nach MILLER lassen sich zwei Varietäten unterscheiden, die im vegetativen Zustand nicht unterschieden werden können: ***rhizocysta*** MILLER, a. a. O. (1927) 163. Die Pflanze bildet bei langsamem Austrocknen Reihensporocysten in den Rhizoiden. Der Durchmesser der Endrhizoiden vergrößert sich dadurch sehr (35–40 μ). Bei genügender Feuchtigkeit endet aber die Entwicklung mit der Bildung derbwandiger einkerniger Sporen.

Vorkommen: Golizino bei Moskau, auf feuchten Wegen und Gräben.

acysta MILLER a. a. O. (1927) 163. Rhizocysten werden unter keinen Bedingungen gebildet, die Fähigkeit, diese zu bilden, scheint zu fehlen. Die Rhizoide bleiben deshalb auch immer schmal (20 μ). Als Dauerstadien werden nur einkernige, derbwandige Aplanosporen gebildet. Häufig ist auch die Verzweigung des Rhizoidensystems unregelmäßiger als bei der Form *rhizocysta*, manchmal erscheint das Rhizoidensystem fast monopodial[1]).

Nach MILLER die verbreitetste Form. An Teichufern, an Flüssen, Tümpeln und Gräben verbreitet.

---

[1]) Nach MILLER kommen Übergänge zwischen *rhizocysta* und *acysta* vor. So fand er eine Form, die normalerweise keine Rhizocysten bildete. Wurden die Pflanzen bei starker Besonnung bis zum Beginn der Schrumpfung gebracht und dann das Substrat wieder angefeuchtet, so bildeten die wieder turgeszent gewordenen Pflänzchen Rhizocysten aus, die allerdings nicht bis ans Ende der Rhizoiden gebildet wurden.

Die von MILLER angegebene Tatsache, daß bei der Form *acysta* das Rhizopodiensystem oft unregelmäßig, fast monopodial sein kann, führt über zu der von VISCHER angegebenen Varietät:

var. ***Kolkwitzianum*** VISCHER (1938) (Fig. 879, 880).

VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **48** (1938) 542.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1938) Abb. 1–4.

Unterscheidet sich vor allem dadurch, daß das im Prinzip gabelig verzweigte Rhizoidensystem bei den einzelnen Gabelungen meist nur einen Ast weiterentwickelt, während der

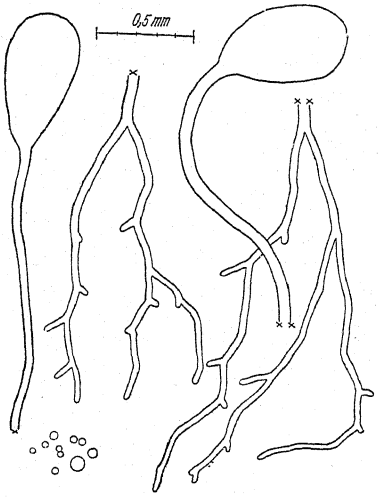


Fig. 879.

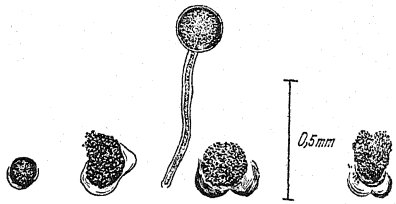


Fig. 880.

Fig. 880. *Botrydium granulatum* var. *Kolkwitzianum:* Entleerung der Aplanosporen (nach W. VISCHER).

Fig. 879. *Botrydium granulatum* var. *Kolkwitzianum:* Beachte die Verkümmerung je eines Gabelastes an den Gabelstellen (nach W. VISCHER).

andere kurz und unentwickelt bleibt (siehe Fig. 879). Dadurch entstehen eigenartige, sympodial zusammengesetzte Rhizoidensysteme[1]), die manchmal fast monopodialen Charakter annehmen können. Reihensporocysten nicht gesehen. Vermehrung durch Schwärmer, die meist nur einen Chromatophoren haben und durch Aplanosporen, die wie üblich, aus dem Wandplasma herausgebildet werden und zunächst hohlkugelige Ballen bilden. Sie können zu ziemlicher Größe heranwachsen und zerfallen dann wieder in zahlreiche Sporen. Ihre Membran ist oft stark verdickt. In alten Kulturen bildeten sich in den Zellen einige größere Sporocysten aus.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus den Rieselfeldern von Merseburg (KOLKWITZ) von W. VISCHER rein gezüchtet (Baseler Kulturen Nr. 31).

[1]) Vergleiche auch die unvollständig bekannte Art Fig. 899, S. 1054.

Nach IYENGAR [a. a. O. (1925) 199] fehlt *Botrydium granulatum* in den warmen Zonen Indiens, ist aber im nördlicheren Indien (Bangalore, Lucknow, Benares) verbreitet. IYENGAR konnte die Art in Madras nicht finden. In Nordindien wächst *Botrydium granulatum* während der kalten Jahreszeit.

2. Botrydium Wallrothi KÜTZING (1842) em. MILLER (1927) (Fig. 881).

KÜTZING, Nov. Act. Leop. **19** (1842) 383. — MILLER, Ber. Dtsch. Bot Ges. **25** (1927) 164.

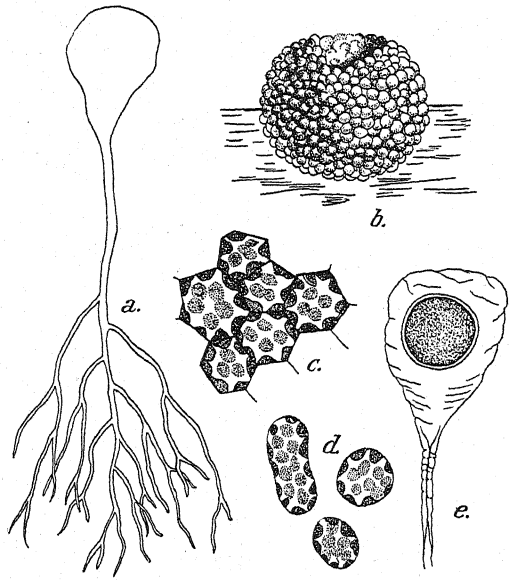


Fig. 881. *Botrydium Wallrothi:* *a* Ausgewachsene Zelle mit dem monopodialen Rhizoidensystem; *b* Haufen von vielkernigen Autosporen, die durch Zerteilung und zarte Behäutung des Protoplasten in mehrkernige Teilstücke entstanden sind und nach Zerfließen der Blasenhaut in der Form eines hohlkugeligen Ballens beisammenbleiben; *c* solche vielkernige Autosporen platten sich gegenseitig polyedrisch ab; *d* die gleichen Sporen isoliert und in Keimung begriffen; *e* der Inhalt einer Blase hat sich in eine derbwandige Sporocyste (Makrocyste) umgewandelt. Verkürzung des Hauptrhizoids unter Querfältelung deutlich (nach MILLER).

Syn.: Nicht *Botrydium Wallrothi* aller anderen Autoren = *Botrydium pachydermum*.

Abb.: KÜTZING, a. a. O. (1842) Taf. 19; Tab. Phyc. **6** (1856) Taf. 54, Fig. 2 (vielleicht nur zum Teil). — MILLER, a. a. O. (1927) Taf. 2, Fig. 4, 5, 6, 7.

Blasen ei- bis verkehrt birnförmig. Haut ziemlich zart, meist mit einem feinkörnigen Kalküberzug, der der Pflanze ein mattbläuliches Aussehen gibt. Bei starker Transpiration eine lückenlose Kalkkruste vorhanden. Blase allmählich in das

Hauptrhizoid verschmälert, das, verhältnismäßig dünn (45 bis 60 μ), durch das ganze ausgesprochen monopodiale Rhizopodiensystem zu verfolgen ist. Rhizoidenenden 10 μ dick. Schwärmer beobachtet, an die Oberfläche des Wassers schwimmend. In feuchter Luft bilden sich aus der Wandschicht des Plasmas mehrkernige, sich gegenseitig abplattende, dünnwandige Zellen, die bis 80 oder 90 μ messen. Dann verschwindet die Blasenhaut. Die Sporen bleiben eine Zeitlang als Hohlkugel aneinandergeschlossen (Fig. 881 *b*), die sich schließlich in die Einzelzellen trennt. Sie keimen direkt zu neuen Pflänzchen aus. Die mehrkernigen Zellen können (besonders bei kleineren Blasen) durch die Bildung einer derben Wand zu Sporocysten werden. Sie wachsen entweder direkt zu neuen Pflanzen aus oder bilden Schwärmer. Bei langsamem Austrocknen kann in der Blase auch nur eine große Sporocyste gebildet werden, wobei sich der Protoplast der Zelle zusammenzieht und sich als Ganzes derb behäutet. Gleichzeitig schließt sich das Lumen des Hauptrhizoides, das sich verkürzt und die große Sporocyste etwas in die Erde zieht. Der großen Sporocyste liegt die Blasenwand nicht dicht an, sondern sie steht faltig ab. Bei der Keimung quellen bestimmte Schichten der Sporocystenwand so sehr, bis die Blasenwand wieder ausgefüllt ist und aufreißt. Ist die Sporocyste klein, so kann sie direkt keimen, im anderen Fall werden Schwärmer gebildet.

Zellen 0,7–0,8, seltener bis 1 mm groß.

Vorkommen: Verbreitete Alge (z. B. die verbreitetste Form Zentralrußlands), auf feuchten Wegen, in Gemüsegärten, vor allem an den tiefer liegenden, lange feucht bleibenden Stellen. Nach Miller die Art, die am meisten xerophil ist. Sie bildet ihre Sporen sehr rasch und wird durch starke Besonnung nicht getötet. Daher kann sie sich an Orten entwickeln, an denen andere Arten nicht bestehen können. Wahrscheinlich auch bei uns sehr verbreitete, wenn auch nicht sehr häufige Art. Ich fand sie in Böhmen und Deutschland wiederholt. Aus Lettland (Skuja).

3. Botrydium cystosum Vischer (1938) (Fig. 882–885).

Vischer, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **48** (1938) 547.

Abb.: Vischer, a. a. O. (1938) Fig. 5–9.

Blasen birnförmig, vom Aussehen des *Botrydium granulatum* oder *B. Wallrothi* oder gelegentlich auch mehr schlauchförmig verlängert (bei schwächerer Beleuchtung). Lebhaft grün, im

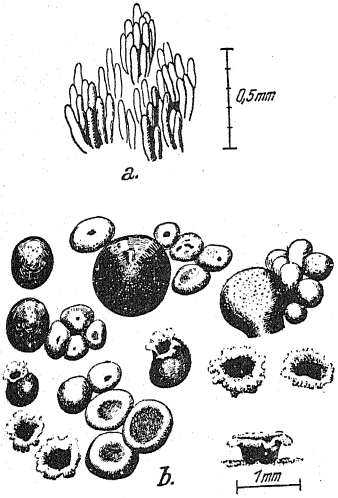


Fig. 882.

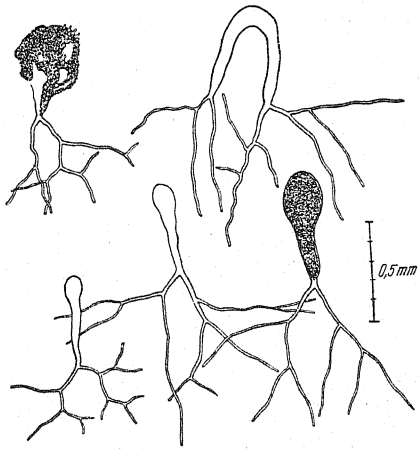


Fig. 883.

Fig. 882. *Botrydium cystosum:* *a* Schlauchförmige Blasen, im Glashause gewachsen; *b* Blasen von oben, in verschiedenen Stadien und in verschiedenen Weisen der Öffnung: zumeist ein Loch, dessen Ränder immer mehr und mehr einreißen, während sich die Blasenwand nach außen umschlägt. Auf der Blasenwand bleiben die Sporen liegen. Rechts unten eine offene Blase von der Seite (nach W. VISCHER).

Fig. 883. *Botrydium cystosum:* Pflänzchen bei künstlichem Licht gezogen, zum Teil ohne deutliche Differenzierung der Blase. Pflänzchen in Sporenbildung begriffen (nach W. VISCHER).

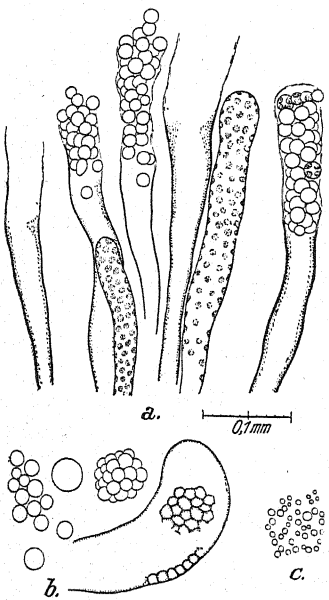


Fig. 884. *Botrydium cystosum:* Schlauchförmige Zellen, zum Teil in Sporenbildung begriffen, darunter hohlkugelige Klumpen von Sporen. Dabei eine Blase in Sporocystenbildung begriffen, von oben und von der Seite gesehen (nach W. VISCHER).

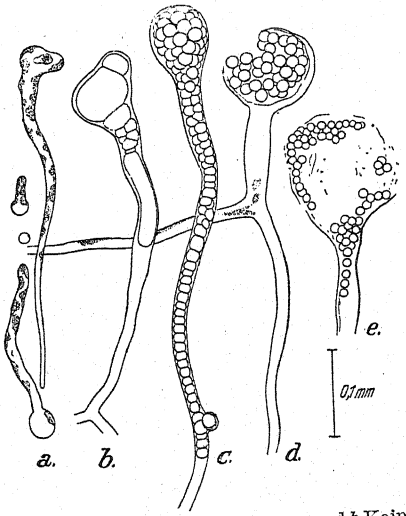
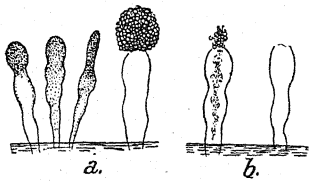
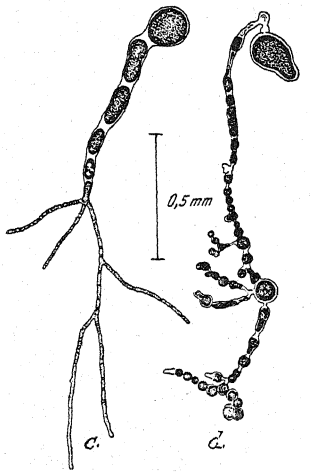


Fig. 885. *Botrydium cystosum:* *a* und *b* Keimpflänzchen bei verschiedener Vergrößerung; *c*, *d* in Aplanosporenbildung begriffen; diese bei *e* durch Verschleimung frei werdend (nach W. VISCHER).

Sporenstadium mehr hellgrün, mit kleinen Kalkschüppchen bedeckt. Rhizoidensystem gabelig verzweigt. Schwärmer mit einem oder zwei Chromatophoren. Aplanosporen meist mit mehreren Chromatophoren. Ausgewachsen schreiten die Blasen zur Bildung von Sporocysten, die wie die von *B. Wallrothi* mehrkernig, gleich groß sind und mehr Chromatophoren haben als





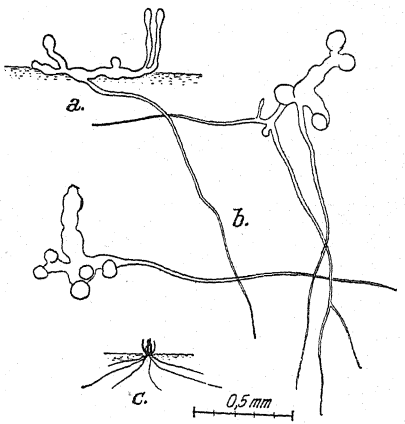


Fig. 887. *Botrydium Bechererianum:* *a* Ein Pflänzchen von der Seite bei stärkerer, *c* bei sehr schwacher Vergrößerung; *b* Pflänzchen von oben gesehen (nach W. VISCHER).

Fig. 886. *Botrydium Bechererianum:* *a*, *b* Blasen während und nach der Sporenentleerung; die Sporen bleiben als Häufchen an der Spitze der Blase; *c*, *d* Sporocystenbildung (z. T. Rhizocysten) (nach W. VISCHER).

die Aplanosporen. Gelegentlich können die Sporen bzw. Sporocysten aber auch am oberen Ende der Blase durch ein Loch ausgepreßt werden und dort haften bleiben. Dabei kann die Membran aufreißen und sich nach außen umlegen (siehe Fig. 882*b*). Die Sporocysten bilden dann auf der aufgerissenen Sporenhaut einen Belag.

Bis jetzt nur aus der Umgebung von Basel bekannt (Baseler Reinkulturen Nr. 196).

Diese Art verbindet bis zu einem gewissen Grade Merkmale von *Botrydium granulatum* und von *B. Wallrothi*. Mit dem ersten hat sie die Gabeligkeit des Rhizoidensystems, mit dem letzteren die Form der Sporenentleerung gemeinsam. Der Umstand, daß die Sporen gelegentlich an der vorderen Öffnung haften bleiben,

weist auf *Botrydium Bechererianum* hin. Vielleicht wird man später zu einer anderen Auffassung und Wertung dieser Form kommen.

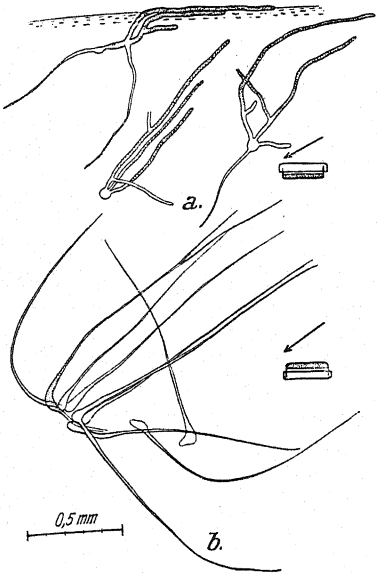


Fig. 888.

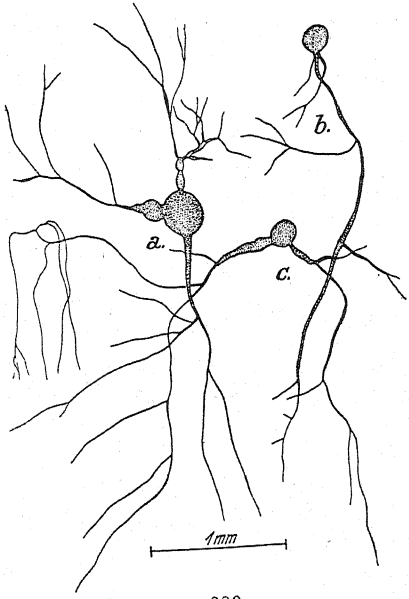


Fig. 889.

Fig. 888. *Botrydium Bechererianum:* Agarkulturen: *a* von oben beleuchtet; beachte die gabeligen, streng dem Licht zugewendeten Blasen; *b* von unten beleuchtet; Gliederung in Blase und Rhizoid fehlend (nach W. VISCHER).

Fig. 889. *Botrydium Bechererianum* bei künstlichem starkem Licht gezogen, mehr *B. granulatum* ähnlich, entweder mit deutlich abgesetztem Rhizoid *b*, — oder zwischen Rhizoid und Blase rübenförmige Erweiterungen eingeschoben, *a*, *c* (nach W. VISCHER).

Fig. 890. *Botrydium Bechererianum:* Schlauchförmige Blasen von der Seite (Warmhauskulturen) (nach W. VISCHER).

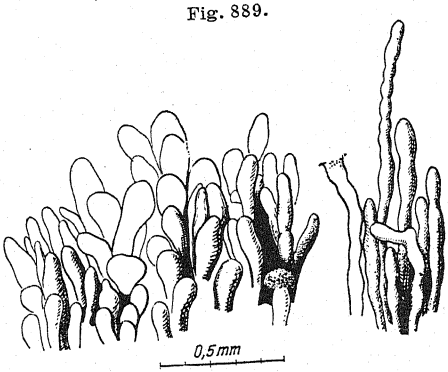


Fig. 890.

4. Botrydium Bechererianum VISCHER (1938) (Fig. 886–890).

VISCHER, Ber. Schweiz. Bot. Ges. **48** (1938) 548, 555.

Abb.: VISCHER, a. a. O. (1938) Fig. 10–19.

Blasen nur bei sehr starker Belichtung mehr oder weniger birnförmig und dann denen von *Botrydium granulatum* ähnlich. Meistens mehr schlauchartig und gabelig verzweigt, meist dicht-

rasig und dann zumeist aufrecht nebeneinanderstehend (Fig. 890). Rhizoidensystem gabelig, zart und lang, mit peitschenartig verschmälerten Enden. Gliederung in die positiv phototrope grüne Blase und das negativ phototrope Rhizoidensystem nur bei guter Beleuchtung. Zoosporen und Aplanosporen beobachtet; erstere bei viel Wasser, letztere bei Feuchtigkeit gebildet. Die Entleerung der Sporen erfolgt durch ein vorderes Loch, worauf der leere Schlauch überbleibt, an dessen Spitze bzw. an dessen Mündung die Sporen in Form eines Ballens haften bleiben (Fig. 868*a*). Sie werden später leicht abgespült. Daneben Bildung von Sporocysten, größeren in den grünen Schläuchen, kleineren mit weniger Chromatophoren und perlschnurartig hintereinander liegend, in den Rhizoiden (Fig. 886*c*, *d*). Aus den Sporocysten entwickeln sich zahlreiche kleine Sporen. Erst diese wachsen wieder zu Pflänzchen heran.

Vorkommen: Bis jetzt von austrocknenden Uferstellen zwischen den Sumpffeldern im Pays de Dombes (zwischen Bourg und Lyon), mit *Botrydium granulatum* und *Protosiphon botrydioides* (Basler Reinkulturen Nr. 192).

Steht durch die häufig verzweigten Schläuche dem unvollständig bekannten *Botrydium divisum* etwas nahe.

5. Botrydium pachydermum Miller (1927) (Fig. 891–894).

Miller, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45** (1927) 168.

Syn.: *Botrydium Wallrothi* aller Autoren mit Ausnahme von Kützing und Miller (vielleicht auch Rabenhorst).

Abb.: Rostafinski et Woronin, Bot. Zeitung **35** (1877) Taf. 7–11, Fig. 25–28, 49. — Pascher, Süßwasserfl. **11** (1925) Fig. 965 (als *Botrydium Wallrothi*) und diese vorliegende Bearbeitung (S. 55) (ebenfalls als *Botrydium Wallrothi*). Bisher alles Kopien nach Rostafinski und Woronin. — Miller, a. a. O. (1927) Taf. 2, Fig. 13 bis 16. — Smith, Freshw. Algae U. S. A. (1933) Fig. 105*B*, S. 162.

Blasen meist kugelig bis breit kugelig, auch junge Pflanzen infolge der schon mehrschichtig gelagerten Chromatophoren dunkelgrün. Chromatophoren kleiner, doch dicker als bei anderen Arten. Kalküberzug aus großen zerstreuten Wärzchen bestehend. Hauptrhizoid scharf abgesetzt, meist lang und dünn und dichotom verzweigt. Gelegentlich fehlt das Hauptrhizoid ganz, es entspringen dann aus der Blase mehrere Rhizoide (Fig. 893*c*). Rhizoidenden sehr zart, 3–5 μ dick. Die Schwärmer gehen an die Oberfläche des Wassers. Die Aplanosporen werden durch das Zerfließen der Aplanosporenhaut frei. Zum Dauerstadium wird

der Inhalt der ganzen Blase, der eine einzige große Sporocyste bildet, an deren geschichtete derbe Wand die Blasenwand dicht anliegt. Protoplast der Sporocyste auf Kosten des Saftraumes sehr stark verdickt, mit sehr zahlreichen Chromatophoren und dadurch fast schwarzgrün. Die Sporocyste wird dadurch entleert, daß (siehe Fig. 894) ihre derben Wandschichten stark aufquellen und die Blasenwand zerreißen. Die Sporocyste bildet meistens sehr viele Schwärmer aus. Verschluß des Rhizoidensystems durch

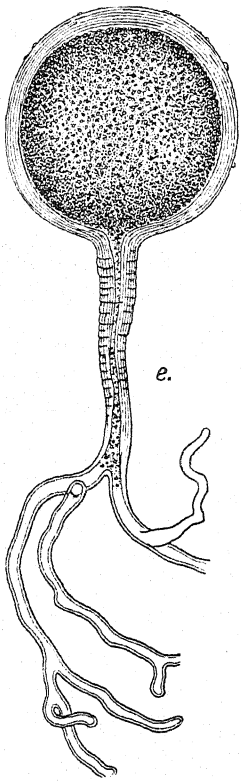


Fig. 891. *Botrydium pachydermum* (nach Rostafinski und Woronin).

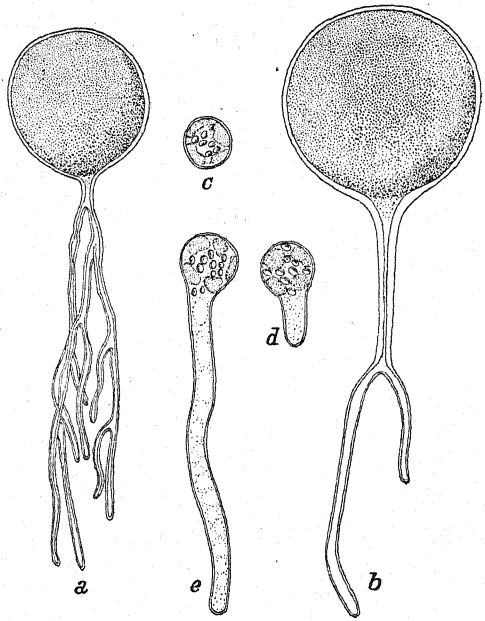


Fig. 892. *Botrydium pachydermum: a, b* Vegetative Zellen; *c, d, e* Sporen und Keimungsstadien (nach G. Smith).

Wandverdickungen bereits ziemlich lange vor der Sporocystenbildung. Das Hauptrhizoid verkürzt sich unter Querfaltung und zieht die Sporocyste etwas in die Erde.

Zellen bis 0,5 mm im Durchmesser.

Vorkommen: Aus Rußland, auch aus Deutschland wiederholt angegeben, oft mit *Botrydium granulatum* vermischt.

Rostafinski und Woronin beobachteten diese Art, hielten sie aber für ein Dauerstadium von *Botrydium granulatum*. Erst Iwanoff erkannte sie 1898 (Arb. d. kgl. St. Petersburger Ges. d.

Naturforsch., Taf. 29) als eigene Art und bezeichnete sie unter Verkennung des *Botrydium Wallrothi* mit diesem Namen. Diese Verwechslung bestand bis 1927, in welchem Jahre MILLER durch seine genauen Studien *Botrydium Wallrothi* und *Botrydium pachydermum* geklärt hat.

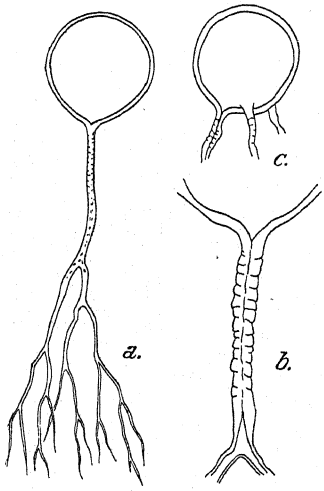
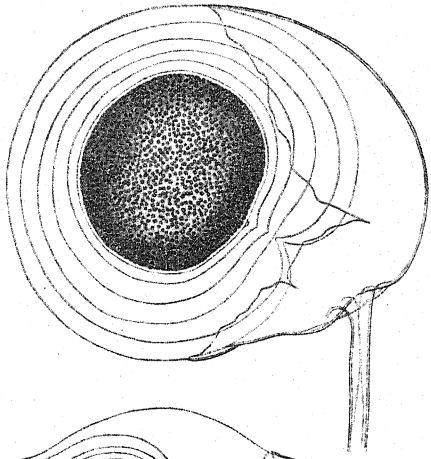


Fig. 893. *Botrydium pachydermum:* *a* Blase in Makrocystenbildung; *b* Hauptrhizoid durch Querfältelung verkürzt; *c* eine Blase mit Hauptrhizoid, andere Rhizoide direkt aus der Blase ausbrechend (nach MILLER).



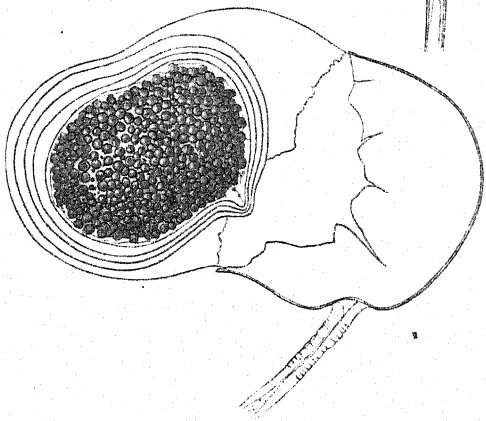


Fig. 894. *Botrydium pachydermum:* Oben: Der gesamte Inhalt der Blase hat sich in eine einzige große Sporocyste (Makrocyste) umgewandelt, die die Blase ganz ausfüllt. Das Hauptrhizoid hat sich unter Querfaltung verkürzt und zieht die Blase samt der Makrocyste in die Erde. Darunter: Entleerung der Makrocyste aus der Blase, die dadurch aufreißt, daß die derben Membranschichten der Makrocyste aufquellen. In der Makrocyste bilden sich (siehe die Figur darunter) zahlreiche Schwärmer oder Autosporen (nach ROSTAFINSKI und WORONIN).

6. Botrydium tuberosum IYENGAR (1925) (Fig. 895, 896, 897).

IYENGAR, Journ. Ind. Bot. Soc. **4** (1925) 195. — MILLER, Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45** (1927) 168.

Abb.: IYENGAR, a. a. O. (1925) Taf. 5, Fig. 1, 2. — MILLER, a. a. O. (1927) Taf. 2, Fig. 9–12. — FRITSCH, Struct. Rep. Alg. **1** (1935) Fig. 164 F. S. 496), S. 496 (Kopie nach IYENGAR).

Sehr kleine Form mit verkehrt eiförmiger bis birnförmiger, manchmal leicht kugeliger Blase, die manchmal Andeutung einer gabeligen Verzweigung zeigt (siehe Fig. 895 *c*, *d*). Membran meist

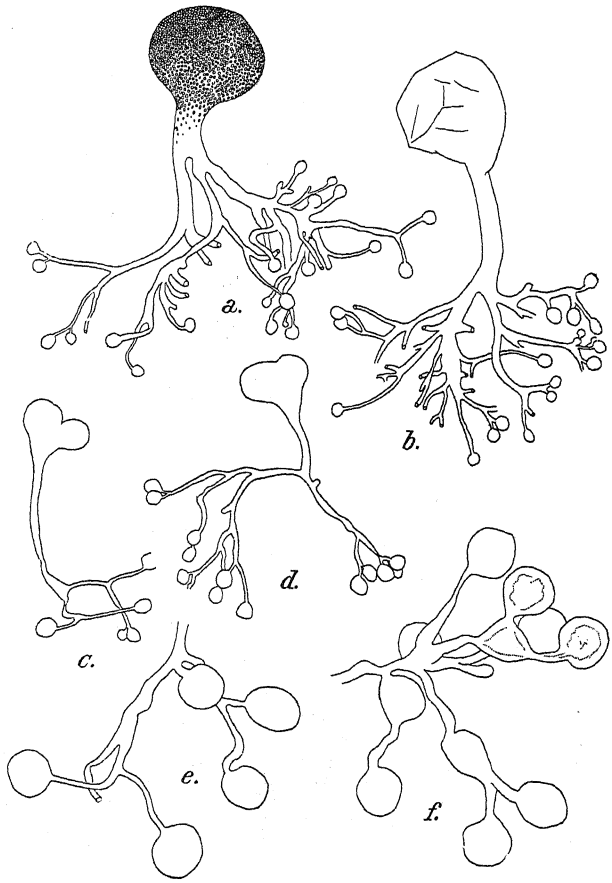


Fig. 895. *Botrydium tuberosum: a* Pflänzchen im Begriffe, die Brutknöllchen zu bilden, Blase noch gefüllt; *b* Blase leer, das Plasma bereits in die Endsporocysten eingewandert; *c*, *d* zwei Blasen mit deutlich angedeuteter Gabelung; *e* einige Endrhizoiden mit den knöllchenartigen Sporocysten; *f* das gleiche, aber vor den Endsporocysten haben sich stellenweise noch in den Rhizoiden einzelne Sporocysten gebildet. Vgl. das Photo von RAO (Fig. 897, S. 1051) (nach IYENGAR).

ohne Kalküberzug. Hauptrhizoid entweder sich sehr bald und gabelig auflösend und dann reich verzweigt (Fig. 895) oder lange unverzweigt und nur mit wenigen Gabelästen versehen (Fig. 896). Die Rhizoiden enden dünn, 7–9 μ messend. Schwärmer beobachtet, in feuchter Luft bilden sich einkernige Sporen, die durch Verschwinden der Blasenhaut frei werden und auf

feuchter Erde sehr bald auskeimen. An den Enden der Rhizoiden bilden sich derbwandige Sporocysten. Der vielkernige Protoplast löst sich von der Membran der Blase ab, wandert in das Rhizoidensystem und füllt die bläschenförmigen Enden mit dichtem Plasma, so daß sie knöllchenförmig werden. Der Protoplast dieses Knöllchens umgibt sich mit einer derben

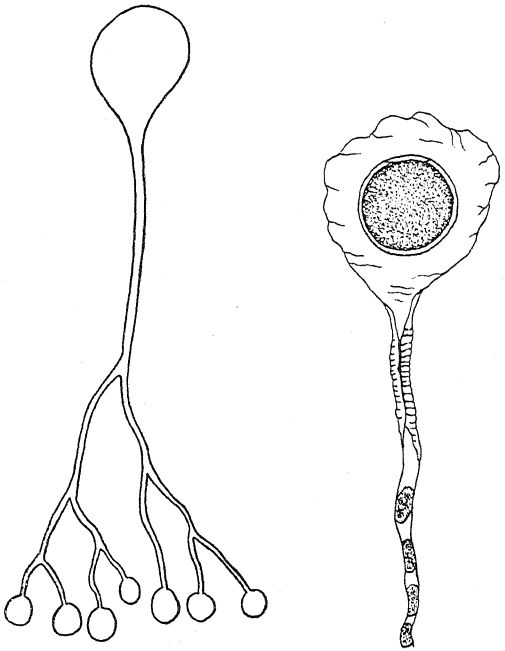


Fig. 896. *Botrydium tuberosum:* Die Sporocysten sind in den knöllchenförmig aufgetriebenen Enden der Rhizoiden gebildet. Rechts davon: Der Inhalt der vegetativen Zelle hat sich z. T. in eine derbwandige große Cyste (Makrocyste) umgewandelt, während der andere Teil des Protoplasmas in das Rhizoidensystem abwanderte und hier Sporocysten bildete. Unter Querfaltung verkürzt sich das Hauptrhizoid und zieht die Blase samt der Makrocyste etwas in die Erde hinein (nach MILLER).

Membran, während sich das Lumen des Rhizoids durch Wandverdickung gegen das Knöllchen schon vorher abgeschlossen hat. Die leere Haut der Blase fällt zusammen. Bei raschem Austrocknen werden die Rhizoiden schon abgeschlossen, bevor das ganze Plasma der Blase in das Rhizoidensystem abgewandert ist. Der in der Blase verbliebene Plasmarest wandelt sich in eine große Sporocyste um (Fig. 896). Die in den Rhizoiden eingewanderten Plasmamassen können auch in reihenförmig angeordnete Sporocysten (Rhizocysten) aufgeteilt werden. Gelegentlich Endsporocysten, Reihensporocysten und eine große Blasensporocyste an einer Pflanze. Die Rhizocysten oft durch

große Zwischenräume voneinander getrennt. Die knöllchenförmigen Endsporocysten wie die gelegentlich in der Blase gebildete große Sporocyste bilden zumeist Schwärmer aus. Die Reihensporocysten können auch direkt keimen.

Blasen nur 0,3–0,4, höchstens 0,5 mm groß.

Vorkommen: Aus Indien und Rußland angegeben.

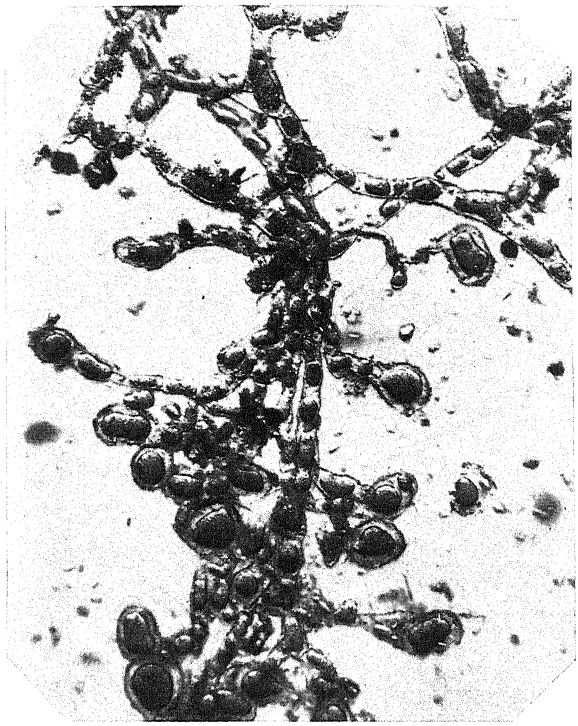


Fig. 897. *Botrydium tuberosum* var. *intermedium:* Ein Stück des Rhizoidensystems, Rhizoiden ausgefüllt mit Sporocysten, die am Ende gelegene Sporocyste vergrößert (Phot. RAO).

Falls die Knöllchenbildung ein spezifisches Merkmal ist, so würde *Botrydium tuberosum* nach unserer jetzigen Kenntnis vielleicht keine einheitliche Art bilden. Die indischen, von IYENGAR abgebildeten Formen (siehe Fig. 895) haben ein sehr kurzes Hauptrhizoid und sehr reiche Gabelung. Die russischen, von MILLER studierten Formen (Fig. 896) ein langes Hauptrhizoid und spärliche Verzweigung. Vielleicht verhalten sich diese beiden Formen zueinander wie die beiden Unterarten von *Botrydium granulatum* : *eugranulatum* zu *Woronini*.

Rao hat [Journ. Ind. Bot. Soc. **11** (1936) 351, Fig. 1–4] eine Varietät *intermedium*[1]) zu *Botrydium tuberosum* gestellt (Fig. 897), die Reihensporocysten und nur wenig vergrößerte Endsporocysten bildet. Die Reihencysten liegen dichter beisammen, als auf den Figuren Millers (Fig. 897) angegeben. Diese Formen könnten ebensogut zu *Botrydium granulatum* gestellt werden und vermitteln nach Rao *Botrydium granulatum* und *B. tuberosum*.

Nicht völlig gesichert erscheint:

Botrydium divisum Iyengar (1925) (Fig. 869, 898).

Iyengar, Journ. Ind. Bot. Soc. **4** (1925) 157.

Syn.: *Botrydium clavatum* Iyengar (nomen) Ind. Scienc. Congr. (Bangalore) 1929.

Abb.: Iyengar, a. a. O. (1925) Taf. 3, 4, 5. — Fritsch, Struct. Rep. Alg. **1** (1925) 496, Fig. *J* (Kopie).

Blasen nicht kugelig oder verkehrt birnförmig, sondern schlauchförmig und mit 2–5 Gabelästen. Gabelabschnitte plump (300–500 μ dick), oft keulig, und oft auch sehr ungleich groß. Durch Ausfallen einzelner Gabeläste oder teilweise Verkürzung und Verbreiterung Gabeligkeit manchmal undeutlich, wodurch es zu undeutlichen, plumpen Sympodien kommen kann. Hauptrhizoid meist deutlich, sich sehr reich und gabelig verzweigend. Vermehrung durch Schwärmer, Aplanosporen und Sporocysten.

Vorkommen: Aus Indien (Kalkutta, auf feuchtem Lehmboden).

Schlauchförmige Blasen, die gelegentlich sich gabelig verzweigen, können fast von allen Botrydien gelegentlich gebildet werden, doch ist diese Bildungsmöglichkeit bei den einzelnen Arten verschieden groß. Sehr häufig ist sie verwirklicht bei *Botrydium Bechererianum*, auch bei *Botrydium tuberosum* ist sie angedeutet. Rostafinski und Woronin bilden solche Stadien für die ihnen untersuchte Art ab (siehe Taf. 9, Fig. 29, 31–36 und unsere Fig. 870). Von anderen Arten wurden bis jetzt solche Stadien noch nicht aufgezeigt. Es wäre natürlich möglich, daß *Botrydium divisum* nur eine gelegentliche Ausbildung einer sonst unverzweigten Form ist, die durch bestimmte Außenfaktoren (geringere Mengen von Licht) ausgelöst wurde. Auch Miller möchte diese Art erst nach Kulturversuchen für gesichert halten.

---

[1]) Von Rao (1935) in den Proc. Ind. Sc. Congr. 283/84 als eigene Art *Botrydium intermedium* beschrieben.

Einem weiteren Studium möchte ich von mehreren, von mir gesehenen, mit den hier beschriebenen Arten nicht übereinstimmenden Formen folgende zwei besonders empfehlen.

1. Blasen auffallend klein, höchstens $^1/_5$ mm messend; kugelig bis verkehrt-eiförmig oder birnförmig, meist mit Kalküberzug, der oft dichte Krusten bilden kann. Chromatophoren auffallend klein. Rhizoidensystem mit kurzem Hauptrhizoid und ungemein reicher Gabelung und damit dem *Botrydium granulatum* var. *eugranulatum* recht nahe kommend. Rhizoidenenden, be-

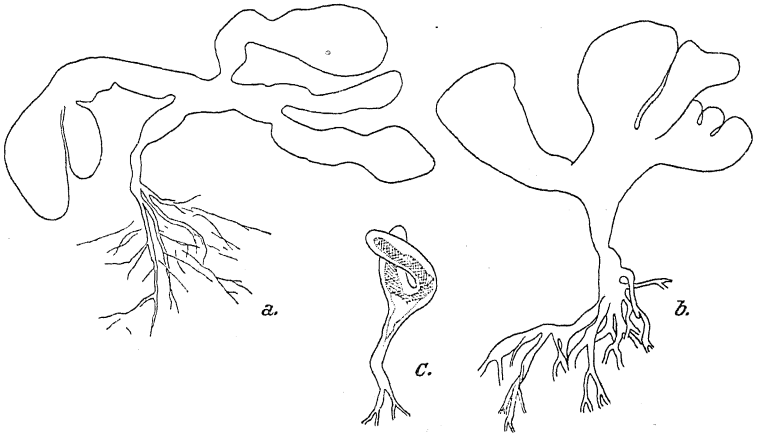


Fig. 898. *Botrydium divisum* (vgl. auch Fig. 869): Gabelung der Blase deutlich, wenn auch in einzelnen Abschnitten nicht weit durchgeführt; *c* junge Pflanze, vgl. sie mit den gabeligen Keimungsstadien von *Botrydium pachydermum* (Fig. 870, S. 1026) (nach IYENGAR).

zogen auf die Kleinheit der Pflanze, recht derb, bis 20 μ messend. Schwärmer mit ein oder zwei Chromatophoren, vielleicht mit Augenfleck. Reihencysten im Rhizoid beobachtet. Schwärmer und Aplanosporen gesehen, letztere durch Verschwinden der Membran freiwerdend und zu kleinen Bällchen zusammengeschlossen. Als leichte grüne Anflüge aus einem austrocknenden Tümpel eines Feldweges (mit viel organischer Substanz [Jauche]) aus Mugrau im Böhmerwalde (1926).

2. Blasen (siehe Fig. 892) mehr ellipsoidisch, meistens aber ausgesprochen eiförmig und mit breiter Basis im Substrat sitzend, nach vorne manchmal verschmälert und breit spitz endend. Kalküberzug vorhanden. Hauptrhizoid unvermittelt abgehend, zunächst wiederholt gabelig verzweigt, dann aber durch Verkümmerung je eines Gabelastes wie bei *Botrydium granulatum*

var. *Kolkwitzianum* sympodial werdend. Endrhizoiden sehr fein. Schwärmer und Aplanosporen gesehen. Blase bei der Entleerung aufreißend und die Aplanosporen als Belag auf der Wand eine Zeitlang verbleibend. Vielleicht aber auch gelegentlich durch eine vordere Öffnung ausgepreßt. Reihencysten im Rhizoidensystem wahrscheinlich, doch nicht mit Sicherheit beobachtet, andere Dauerstadien nicht gesehen.

Zellen bis 0,75 mm messend.

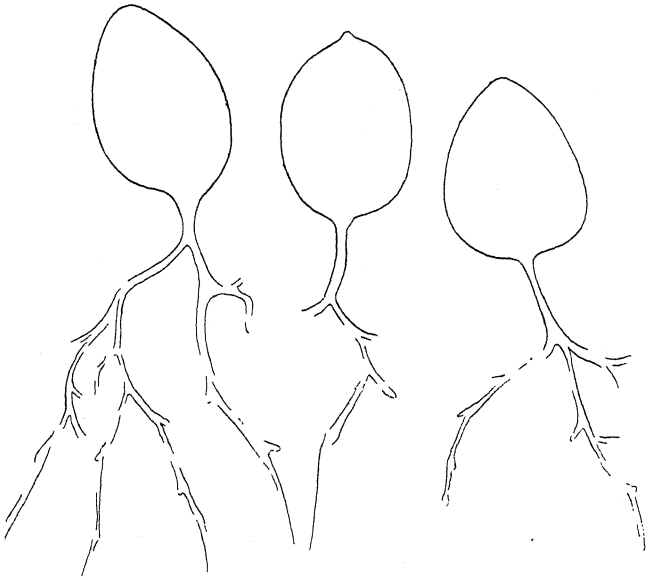


Fig. 899. *Botrydium* spec.: Wenig bekannte, noch unbeschriebene Art (vgl. S. 1053).

Vorkommen: Einmal in geringer Menge an einem Teichufer bei Wittingau im südlichen Böhmen 1909.

Diese eigenartige Form erinnert sehr an das *Botrydium*, das Iyengar [Journ. Ind. Bot. Soc. (1925) 200] leider sehr unvollständig erwähnt: Blase etwas verlängert und an der Spitze sehr breit kegelförmig, doch nicht stumpf, sondern fast spitz endend. Die Rhizocysten treiben die Rhizoide etwas perlschnurartig auf. Andere Angaben fehlen (Nandi-Hügel in der Provinz Mysore). Die von Iyengar in Aussicht gestellte ausführliche Beschreibung und Abbildung steht noch aus.

Artnamen, die zu streichen sind:

Botrydium aequinoctiale Iyengar, Journ. Ind. Bot. Soc. **4** (1925) 199. Name ohne Beschreibung.

Botrydium vulgare PASCHER, Süßwasserfl. **11** (1925) als Figurenerklärung zu Fig. 94 und 96, 1–3 (Schreibfehler, verursacht dadurch, daß ich mich damals viel mit *Botrydina vulgaris* beschäftigte).

NACHTRÄGE

zur vorstehenden systematischen Bearbeitung, größtenteils während der Drucklegung neu beschriebene Formen enthaltend.

Anotropis (Fig. 900).

Name von ἄνω = oben; ἡ τρόπις = der Schiffskiel.

Protoplast für eine *Heterochloridale* auffallend starr, amöboide Formveränderung kaum zu bemerken. Zellen längs der Symmetrieebene stark zusammengedrückt, fast mehr als zweimal höher als breit. Von der Breitseite gesehen mit hochgezogener, fast winkeliger Rückenlinie; breitester Teil meist hinter der Mitte gelegen (Fig. 900 *a–c*, *g*), nach vorne deutlich, manchmal sogar lange verschmälert; nach rückwärts winkelig umgebogen und eckig oder abgerundet in die leicht konvexe Bauchkontur übergehend. Von unten gesehen verkehrt gestreckt-eirund und gegen das Hinterende verschmälert. Zellen mit leicht kielförmigem Rükken, der aber etwas S-geschwungen gegen das Ende zieht. Von vorne gegen die Bauchseite deutlich verbreitert, diese fast der ganzen Länge nach gerundet, gegen den Rücken aber zum nur angedeuteten Rückenkiel verschmälert. Bei verschiedenen Einstellungen erkennt man deutlich den leicht S-förmigen

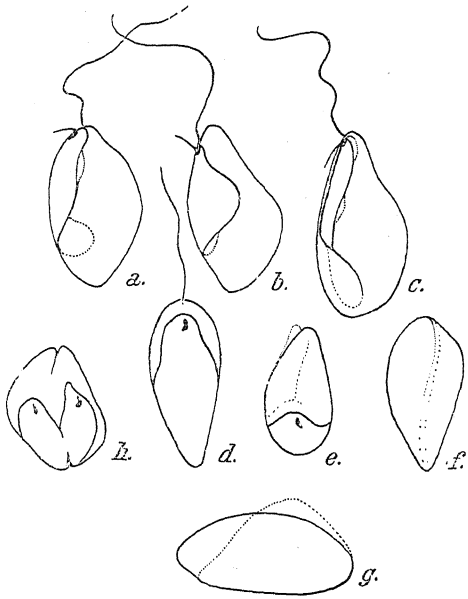


Fig. 900. *Anotropis subsalina: a, b, c* Zellen von der Seite; *d* von der Bauchseite; *e* von vorne; *f* von der Rückenseite; *g* Vergleich der Seitenumrisse einer normal ausgebildeten Heterochloridale (ausgezogen) und von *Anotropis* (punktiert); *h* Teilungsstadium von vorne.

Verlauf der Rückenverschmälerung daran, daß die einzelnen optischen Schnitte nicht zusammenfallen. Auf der Bauchseite ein rinnen- bis bandförmiger Chromatophor, dessen Vorderende einen Augenfleck hat. Geißeln auffallend dick. Hauptgeißel etwas mehr als körperlang, Nebengeißel ungefähr ein Sechstel davon. Längsteilung gesehen, nicht aber Palmellen oder Sporen. Bewegung eigenartig gleitend, in sehr langen und weiten Wellenlinien oder aber in langen Schraubenlinien und dabei nicht um die Längsachse sich drehend, sondern immer die gleiche Lage zur Bewegungsrichtung beibehaltend.

Anotropis subsalina (Fig. 900).

Zellen 13–19 μ lang.

Vorkommen: Einmal in großer Menge aus einem stark salzigen, auffallend durchwärmten Brackwassertümpel aus Jütland (Lögstör), den Tümpel fast grün färbend. Vielleicht wärmeliebende Form.

Infolge der eigenartigen Form mit keiner anderen Heterochloridalen zu verwechseln. Die Form der Monade wird durch das Umrißschema (Fig. 900 *g*) verständlich gemacht. Ausgezogen: der Umriß einer normalen Heterochloridale mit nach vorne vorgezogener Rückenseite, abgeschrägtem Vorderende; punktiert: die Rückenlinie von *Anotropis*; man erkennt deutlich, daß die Hebung des Rückens auf Kosten der Höhe des Vorderendes gegangen ist.

Beckingia[1]) Ruinen (1938) (Fig. 901).

Ruinen, Arch. Prot. **90** (1938) 244.

Zellen in der Form einer in der Längsmitte etwas verdünnten Platte. Breitseite mit unregelmäßigem und wechselndem elliptischem bis unregelmäßigem eirunden Umrisse, mit leicht vorgezogenem Vorderende, von welchem aus eine auf der Unterseite gelagerte schlundartige Vertiefung abgeht, in der die 1–2mal körperlange Geißel eingefügt ist. Kein Stigma. Chromatophoren zwei bis drei, mehr oder minder platten- bis leicht muldenförmig. Teilung im beweglichen Zustande. Dauerstadien nicht gesehen, wenn auch mehrmals zweischalige leere Cysten beobachtet wurden. Bewegung ein rasches Vorwärtsgleiten mittels der schlängelnden Geißel.

---

[1]) Nach dem holländischen Botaniker Baas-Becking.

Eine Art:

Beckingia salina RUINEN (1938) (Fig. 901).

RUINEN, Arch. Prot. **90** (1938) 244.

Abb.: RUINEN, a. a. O. (1938) Fig. 39, S. 245.

Zellen 7–10 μ breit und 10–18 μ lang.

Vorkommen: Meeresflagellate: Marion Bay — Gips- und Salzseen — von der York-Halbinsel in Südaustralien (aus Kulturen).

Unterscheidet sich durch die abgeplatteten Zellen von *Heterochloris*, *Bothrochloris* und nähert sich dadurch *Chlorokardion* und *Nephrochloris*.

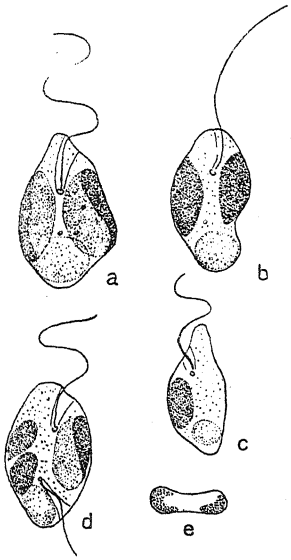


Fig. 901. *Beckingia salina: a, b* von der Bauchseite; *c* von der Seite; *d* Teilungsstadium; *e* Querschnitt (nach RUINEN).

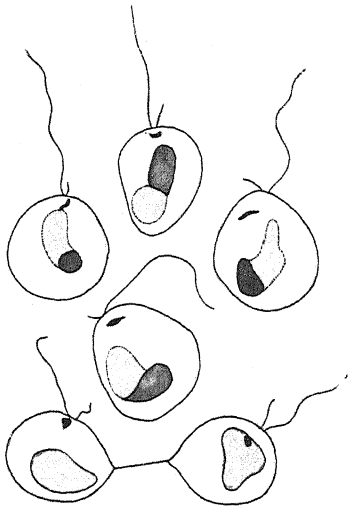


Fig. 902. *Chloromeson parvum* (nach CARTER).

Chloromeson PASCHER, S. 219.

Chloromeson parvum CARTER (1937) (Fig. 902).

CARTER, N., Arch. Prot. **90** (1938) 15.

Abb.: CARTER, a. a. O. (1938) Taf. 2, 1–9.

Zellen breit eiförmig bis fast kugelig, formveränderlich. Chromatophor sehr klein, in der Form eines kurzen, schiefen, binnenständigen Bandes, mit einem deutlichen Stigma. Keine kontraktile Vakuole. Hauptgeißel $1^1/_2$- bis 2mal körperlang, Nebengeißel stummelförmig. Teilung im beweglichen wie auch im unbeweglichen, leicht mit Gallerte umhüllten Zustande.

Zellen 4–5 μ breit und 5–6 μ lang.

Vorkommen: Insel Wight, aus einem Brackwassertümpel im Oberflächenschaume.

Nephrochloris Geitler u. J. Gimesi S. 222.

Nephrochloris salina Carter N. (1938) (Fig. 903).

Carter, N., Arch. Prot. **90** (1938) 16.

Abb.: Carter, N., a. a. O. (1938) Taf. 2, Fig. 10-22.

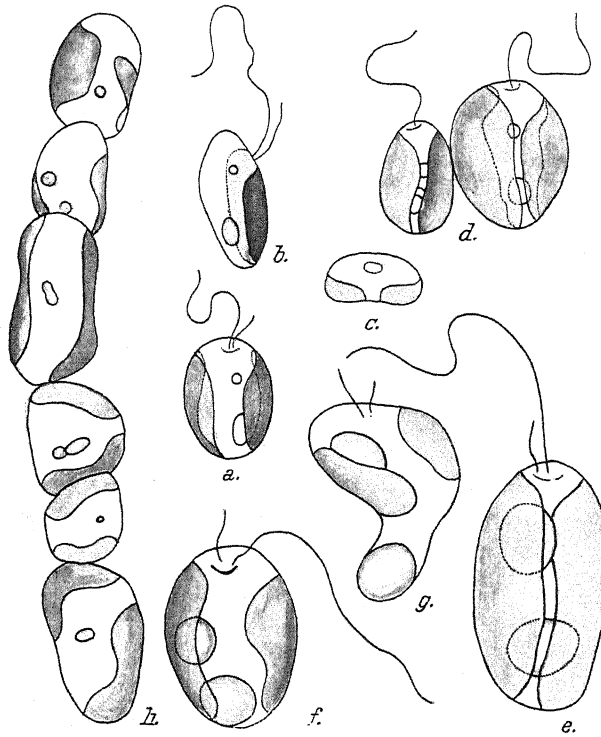


Fig. 903. *Nephrochloris* (?) *salina: a, f, d, e* Zellen von der Bauchseite; *b* von der Seite; *g* leicht amöboide Ausbildung; *h* unbewegliche, leicht palmelloide Stadien (nach Carter).

Zellen ausgesprochen dorsiventral, von der Breitseite gesehen elliptisch bis eirund, von der Schmalseite verkehrt eiförmig, mit vorgezogener Rückenseite, ausgesprochen abgeplattet und gelegentlich deutlich amöboid. Hauptgeißel bis $1^1/_2$- bis 2mal körperlang, Nebengeißel nur ein Drittel davon messend. Chromatophoren zwei, seiten- und bauchständig, zwischen sich eine helle Zone freilassend. Kein Stigma, keine kontraktilen Vakuolen.

Gelegentlich zwei oder drei Tropfen einer stark glänzenden Substanz. Teilung im beweglichen wie unbeweglichen Zustande. Leicht palmelloide Ruhezustände ohne Geißeln beobachtet.

Zellen 3-5 μ breit, 2–3 μ dick und 5–7 μ lang.

Vorkommen: Brackwassertümpel auf der Insel Wight. Während des ganzen Jahres.

Die Alge ist von N. Carter nur mit Vorbehalt zu *Nephrochloris* eingestellt. [*Nephrochloris incerta* (siehe S. 222/3) hat nur eine Geißel.]

Rhizochloris Pascher S. 239.

Rhizochloris arachnoides Carter N. (1938) (Fig. 904–906).

Carter, N., Arch. Prot. **90** (1938) 24ff.

Abb.: Carter, N., a. a. O. (1938) Fig. 2, S. 29 und Taf. 4 u. 5, Fig. 1–9.

Amöben mit Schmal- und Breitseite; im Umriß rundlich polygonal (wobei die Austrittsstellen der Pseudopodien die stumpfwinkeligen Ecken bilden), oft auch unregelmäßig. Pseudopodien in der Breitseitenebene gebildet, zart und lang, oder derb und kürzer und dann meist nicht frei ausgezogen; oft einseitig entwickelt. Die Amöben untereinander nicht durch Rhizopodien verbunden. Chromatophoren mehrere, 4–8(–16), meist mehr, aber nicht ganz peripher gelagert und das Innere der Amöbe frei lassend. Bei dichter Anhäufung sind die Amöben aneinander gelagert und dann sehr häufig mehr abgerundet unregelmäßig und ohne Pseudopodien. Nur die randständigen Amöben solcher Anhäufungen oft mit einseitiger Pseudopodienbildung, wie auch die Amöben diesen Hemmungszustand bei Überführung in anderes Milieu aufgeben. Bei ungünstigen Bedingungen Amöben stärker abgerundet, doch keine Stadien mit ausgesprochener Membran, also keine Cysten, gesehen. Die Amöben können auch zu plasmodialen Gruppen aneinander gelagert sein, ohne daß die Einzelzellen regulär mit feinen Plasmabrücken verbunden sind. Diese Plasmodien-ähnlichen Anlagerungen verhalten sich auch nicht einheitlich, da Einzelamöben oder Amöbengruppen sich verschiedenen Richtungen zuwenden. Gelegentlich zwischen solchen Teilaggregaten hier und da eine plasmatische Verbindung. Die Einzelamöben können sich, besonders am Rande von Aggregaten, in eingeißelige Schwärmer mit mehreren (während der Bewegung meist mehr rückwärts gelagerten) Chromatophoren ohne Stigma und ohne kontraktile Vakuolen umwandeln. Schwärmer nicht

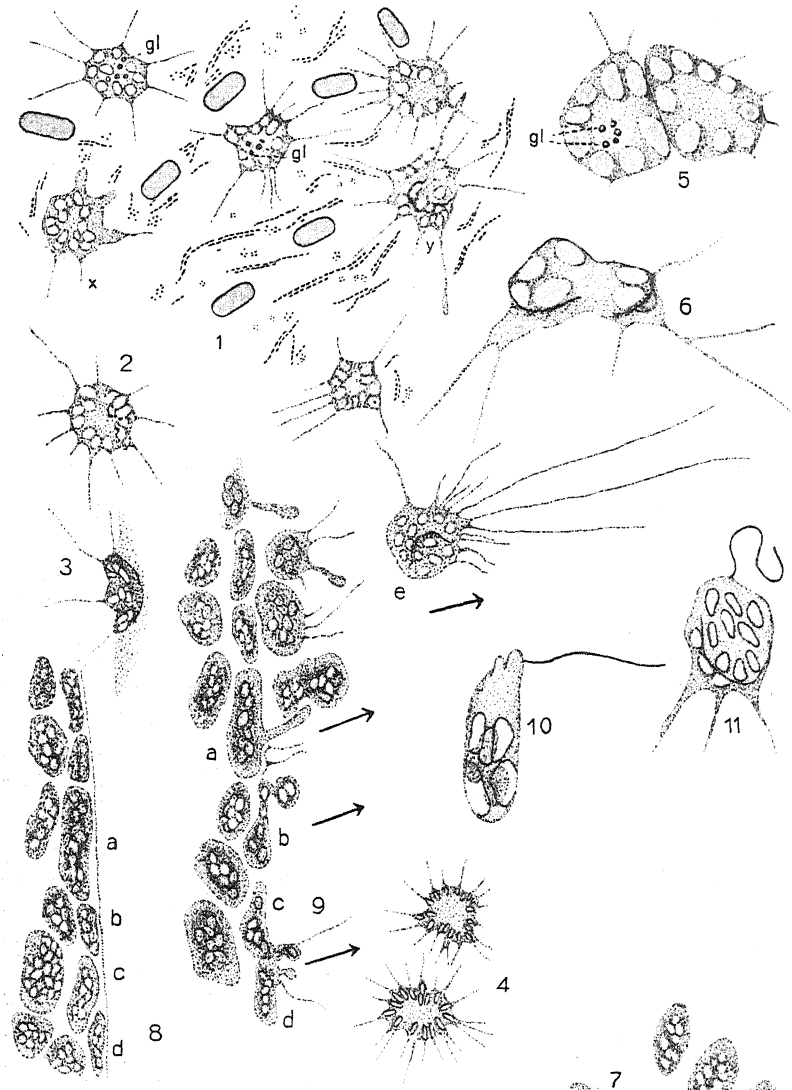


Fig. 904. *Rhizochloris arachnoides:* *1* Einzelne Amöben zwischen *Stichococcus*-artigen Algen und Bakterienzügen; *2* Einzelamöbe von der Breit-; *3* von der Schmalseite; *4* Einzelamöben; *5* Teilungsstadium stärker vergrößert; *6* Amöbe mit plumpen Vorwölbungen und feinen Rhizopodien; *8* Ansammlung von rhizopodienfreien Amöben innerhalb einer gallertigen Masse; *9* die Amöben Pseudo- und Rhizopodien entwickelnd und aus der Ansammlung austretend, Rhizopodien in der Richtung der Bewegung entwickelt; *10, 11* geißelbewegliche Ausbildung z. T. mit Rhizopodien; *7* Ansammlung pseudopodienfreier Amöben in einer gallertigen Masse von oben gesehen (nach CARTER).

selten nach vorne mehr verschmälert spitz, am Grunde mehr gestutzt und nicht selten hier auch Pseudopodien bildend. Amöben wie Schwärmer immer einkernig.

Vorkommen: Vereinzelt im Freilande in einer Zoogloea-artigen Oberflächenschicht eines zeitweiligen Brackwassertümpels mit abgestorbener *Spartina*, zusammen mit vielen Bakterien und einer *Stichococcus*-artigen Protococcale; bei Bembridge auf der Insel Wight.

Unterscheidet sich von der ebenfalls salzwasserbewohnenden *Rhizochloris mirabilis* durch die zahlreicheren und mehr faden-

Fig. 905. *Rhizochloris arachnoides:* Zellen aus einer Ansammlung, z. T. Rhizopodien, z. T. Geißeln entwickelnd (nach CARTER).

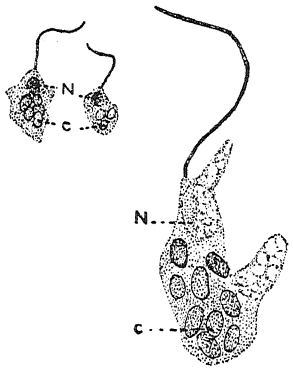


Fig. 906. *Rhizochloris arachnoides:* Oben zwei Schwärmer; links unten: Zelle mit deutlichem Kern; daneben: Teilungsstadium mit eingezeichneten Kernen; rechts unten: Geißeltragendes Stadium mit Kern. — Alle diese Figuren nach fixierten und gefärbten Präparaten (nach CARTER).

förmigen Pseudopodien und die andere Anordnung der Chromatophoren, von *Rhizochloris stigmatica* durch den Mangel des Stigmas und der kontraktilen Vakuole. In der Form und Anordnung der Pseudopodien ähnelt *Rhizochloris arachnoides* dem *Chlorarachnion* (siehe S. 252), doch sind hier die Einzelamöben durch die Pseudopodien verbunden. Dann ist es nicht ausgeschlossen, daß die Chromatophoren von *Chlorarachnion* Pyrenoid oder zumindest pyrenoid-ähnliche Verdickungen haben. Im Gegensatz zu *Rhizochloris arachnoides* haben weder die bis jetzt bekannten *Rhizochloris*-Arten noch auch *Chlorarachnion* Schwärmer finden lassen.

Vielleicht wird es sich später empfehlen, diese Art aus *Rhizochloris* herauszuheben.

Stipitococcus W. und G. S. WEST (siehe S. 244).

Für *Stipitococcus* sind noch zwei Arten von PRESCOTT und TIFFANY beschrieben worden:

Stipitococcus vasiformis TIFFANY (1934) (Fig. 907 *a–c*).

TIFFANY, Ohio State Univ. Fr. Stone Lab. Contrib. **4** (1934) 32.
Abb.: TIFFANY, a. a. O. (1934) Taf. XIV, Fig. 355.

Gehäuse kurz gestielt. In der unteren Hälfte verkehrt eiförmig, nach vorne allmählich, doch schwach verschmälert und in eine ebenso lange Röhre ausgezogen, deren weite Mündung gerade abgeschnitten ist. Über den Bau und die Zahl der Chromatophoren und über den Protoplasten ist nichts angegeben.

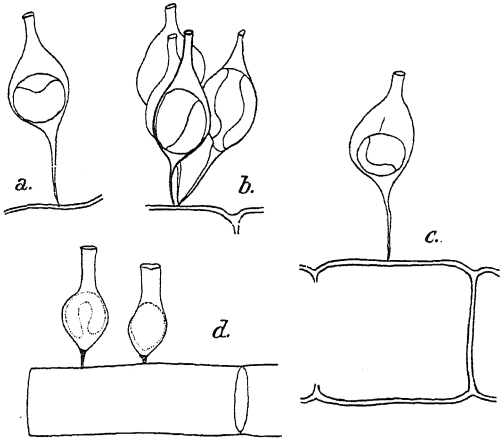


Fig. 907. *Stipitococcus: a, b, c St. vasiformis; d St. capensis* (*a-b* nach TIFFANY; *d* nach PRESCOTT).

Gehäuse 4,5–7 μ breit; 8–13 μ lang.

Vorkommen: Epiphytisch auf *Mougeotia*; Eriesee (Pelee).

Nach TIFFANY steht diese Art dem *Stipitococcus urceolatus* nahe.

Stipitococcus capensis PRESCOTT (1937) (Fig. 907 *d*).

PRESCOTT, Transact. Amer. Mic. Soc. **56** (1937) 271.
Abb.: PRESCOTT, a. a. O. (1937) Taf. I, Fig. 1–3.

Gehäuse sehr rasch in einen ebenso langen, zarten Stiel zusammengezogen verschmälert. Das eigentliche Gehäuse kugelig-ellipsoidisch-eiförmig-flaschenförmig. Nach vorne allmählich, doch stark, zusammengezogen und in eine oft kurz zylindrische, manchmal sehr schmale Mündungsröhre ausgezogen, die

gerade abgeschnitten ist. Gehäuse manchmal etwas schief oder unregelmäßig. Über den Protoplasten liegen keine weiteren Angaben vor. Chromatophoren einer, vielleicht zwei, unregelmäßig gelappt.

Gehäuse 6 μ breit, ohne Stiel 12 μ, mit Stiel 22 μ lang.

Vorkommen: Bis jetzt nur aus Nordamerika (U. S. A., Massachusetts): Mashpee „*Batrachospermum*-Teich".

Beide Arten scheinen mir als Heterokonten nicht gesichert. Es kann sich auch um Chrysomonaden bzw. Rhizochrysidineen handeln.

Ellipsoidion Pascher.

Anhang zu ***Ellipsoidion oocystoides*** (S. 410, Fig. 178).

Im Anschlusse an die genannte *Ellipsoidion*-Art sei eine Alge erwähnt, die ich erst sehr spät als Heterococcale erkannt habe. Zelle *Oocystis*-artig, gestreckt ellipsoidisch und gegen die Enden zugespitzt. An ausgewachsenen Zellen die Membran ziemlich derb und den spitzen Enden der Zelle deutlich verdickt. Zellen zwei- bis dreimal so lang als dick, meist recht regelmäßig gestaltet, manchmal leicht angedeutet S-förmig. Chromatophoren meist drei bis vier (in großen Zellen bis 7). Vermehrung meist durch zwei oder vier Autosporen, deren behäutete Protoplasten oft noch lange die kontraktilen Vakuolen haben. Gelegentlich platten sich die Autosporen recht ab und verbacken auch manchmal mitsammen, so daß dauernde, zwei- bis vierzellige Verbände entstehen können. Die Autosporen werden durch Dehnung und Aufreißen, vielleicht auch durch Verschleimung der Membran der Mutterzelle frei. Einmal in den Zellen je eine

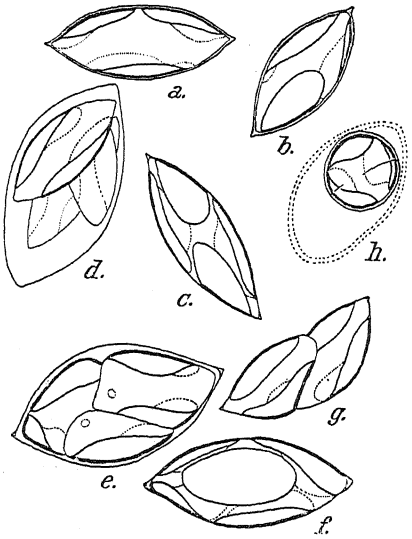


Fig. 908. *Ellipsoidion acuminatum: a, b, c, f* Einzelzellen; *d, e* Autosporenbildung; *g* zwei miteinander verbackene freigewordene Autosporen; *h* Sporenbildung.

oder je zwei zweischalige Sporen gesehen. Zellen 4–6 μ breit, 8–16 μ lang. Aus den salzigen Tümpeln des Moores bei Lissa a. d. Elbe; aus ähnlichen Stellen bei Kralup (Böhmen) ***(Ellipsoidion acuminatum)*** (Fig. 908).

Die Alge wurde sicherlich bereits beobachtet, doch für *Oocystis* gehalten.

Vgl. dazu (S. 417, Fig. 285) die auffallend beiderseits spitzen Formen, die aber immer nur einen Chromatophoren hatten.

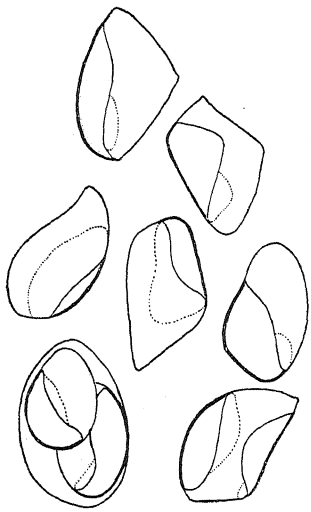


Fig. 909. *Monodus obliqua.*

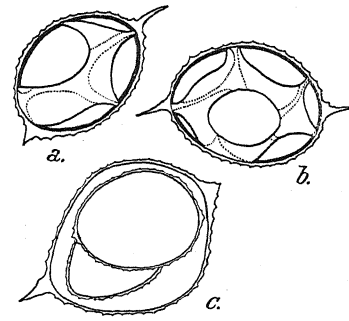


Fig. 910. *Trachychloron biverruca.*

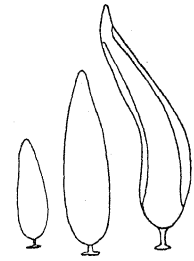


Fig. 911. *Characiopsis minuta* var. *maior* (nach WILLE).

Monodus. CHODAT S. 435

Monodus obliqua (Fig. 909).

Zellen meist recht unregelmäßig; zunächst schief ellipsoidisch, dann aber unregelmäßig drei- bis schief viereckig, mit zum Teil mehr stumpfen, teils mehr ausgesprochenen Ecken, von denen eine zumeist in ein kleines Spitzchen ausgezogen ist. Membran sehr zart, vielleicht gelegentlich leicht verschleimt. Chromatophor zumeist einer, zart, oft recht blaß oder recht gelblich, manchmal gelappt, ohne Pyrenoid. Bei der Vermehrung werden zwei Autosporen gebildet, die, zunächst schief eirund-ellipsoidisch, später die eigenartige unregelmäßige Form annehmen.

Zellen 6–10 μ lang, 4–7 μ breit. Selten größere Formen.

Vorkommen: Bis jetzt nur als Bodenbelag der Moor- und Kieselguroberfläche der Soos bei Franzensbad (Sudetengau) gefunden.

Sieht der *Monodus subterranea* BOYE-PETERSEN (siehe S. 445, Fig. 308) etwas ähnlich, weicht von ihr aber durch die eigenartige Eckigkeit ab.

Trachychloron biverruca (Fig. 910) siehe auch S. 515.

Characiopsis (BORZI).

Zu ***Characiops is minuta*** (siehe S. 756) stellt WILLE (Süßwasseralgen der Deutschen Südpolarexpedition 1901–03, Bd. **1**; Süßwasseralgen I. Teil, S. 444, Fig. *A–C*) eine var. *maior*, deren unteres Zellende mehr abgerundet ist und die bis 52 μ in der Länge und bis 7 μ in der Breite mißt (Neu-Amsterdam). Es macht mir den Eindruck, als sei diese Form nach vorne länger und daher mehr allmählich verschmälert (Fig. 911).

Harpochytrium (WILLE).

Harpochytrium Hedini (S. 809)

ist anzufügen:

Syn.: *Harpochytrium vermiforme* STEINECKE, Bot. Arch. **24** (1929) 322.
Abb.: STEINECKE, a. a. O. (1929) Fig. auf S. 320.

Tribonema (Fig. 912, S. 1066).

In letzter Zeit hatte ich während eines Aufenthalts an der biol. Station in Lunz Gelegenheit, extrem verkalkte Psichohormium-stadien eines unbestimmbaren und dabei stark degenerierten *Tribonema* zu sehen. Eigenartigerweise waren der Zerfall in Einzelzellen sehr ausgesprochen. Vielleicht handelt es sich auch um eine Verbindung mit Akinetenbildung. Die Verkalkung konnte so weit gehen, daß schließlich große, völlig unregelmäßig begrenzte, schon mit freiem Auge sichtbare Kalkkörnchen gebildet wurden. Leider war es nicht möglich, die Bedingungen für die Bildung solcher Stadien zu erkennen. Ich habe aber den Eindruck, als ob nicht mehr sehr lebensfähige Stadien mehr zu solchen Stadien neigten, als lebensfähige.

KURZER GESCHICHTLICHER ABRISS.

Die Heterokonten sehen habituell durch ihre grüne Färbung den Grünalgen sehr ähnlich, und es ist daher leicht verständlich, daß die Heterokonten lange Zeit mit den Grünalgen vereinigt

waren. Weniger verständlich ist es, daß sie von einigen Autoren unter Verkennung der morphologischen Tatsachen auch jetzt

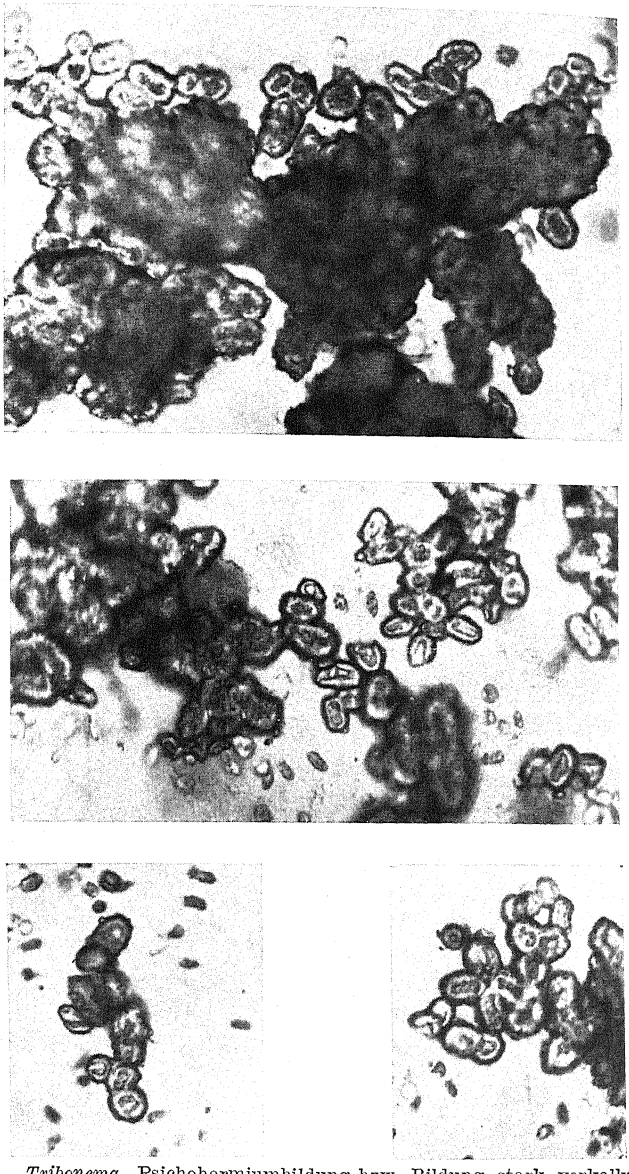


Fig. 912. *Tribonema.* Psichohormiumbildung bzw. Bildung stark verkalkter Akinetenstadien. Oben bereits Bildung größerer „amorpher" Kalkmassen, darunter drei Bilder von akinetenartiger Ausbildung der Fäden und Einzelzellen im Zusammenhang mit sehr stark verkalkten Ausbildungen.

noch unter die Chlorophyceen eingereiht oder hier angeschlossen werden. Der Erste, der eine nähere Verwandtschaft dessen, was man als Heterokonten zusammenfaßt, geahnt hat, war A. BRAUN, der bereits 1855 die Ähnlichkeit von *Ophiocytium*, *Sciadium* und *Tribonema* betont hat[1]). Systematisch werden zuerst von BORZI (1895) eine Reihe von Heterokonten als enger zusammengehörig betrachtet und als „Confervales" zusammengefaßt und dabei zugleich den Chlorophyceen gegenübergestellt. Im Jahre 1895 gibt er in seinen Studi algologici eine systematische Übersicht über diese Algen, wobei er als Confervales die Gattungen *Mischococcus*, *Peroniella*, *Characiopsis*, *Chlorothecium*, *Ophiocytium*, *Conferva*, *Bumilleria*, *Botrydiopsis* und *Botrydium* nennt. Dagegen führt WILLE im Jahre 1897 diese Gattungen wieder als Chlorophyceen auf und behält diesen Standpunkt auch noch im Jahre 1912 in der Neubearbeitung der Algen für die Natürlichen Pflanzenfamilien bei.

BOHLIN studiert im Jahre 1897 eine monadoide Form *Chloramoeba* und findet an ihr die kleine Nebengeißel. Schon BOHLIN wertet *Chloramoeba* phylogenetisch aus. Zu gleicher Zeit weist er auch für *Ophiocytium* und *Tribonema* den gleichen Membranbau nach. 1899 beschreibt LUTHER, von LAGERHEIM angeregt, den palmelloiden *Chlorosaccus* und zeigt für seine Schwärmer die beiden ungleichen Geißeln auf. Er weist die kleine Nebengeißel auch für die Schwärmer von *Tribonema* und *Botrydiopsis* nach und sieht in diesen beiden ungleichen Geißeln ein charakteristisches Merkmal dieser Algengruppe. Wohl unter dem Einflusse LAGERHEIMS faßt er diese Algengruppe als eine eigene Klasse auf, die er Heterokonten nennt (1899). Allerdings zieht er auch die Chloromonadinen (z. B. *Vacuolaria*) hierher. Im allgemeinen umfassen die Heterokonten LUTHERS das, was BORZI als *Confervales* zusammengefaßt hat. Die Klasse der Heterokonten wird in der Folge von den meisten Algologen anerkannt: TANSLEY, OLTMANNS, WEST usw., wobei hin und wieder die Frage behandelt wird, ob auch die Vaucheriaceen zu den Heterokonten zu stellen seien[2]).

---

[1]) „*Inter Algas multicellulares Tribonema* DERB. et SOLIER (*Conferva bombycinum* AUCT.) *cellularum dehiscentia, zoogonidiarum fugacitate et forte etiam genesi Sciadio et Ophiocytio quodammodo analogum esse videtur*" [BRAUN (1855) 49].

[2]) Die Vaucheriaceen haben nach eigener Beobachtung zwei gleichlange Peitschengeißeln. Sie haben mit den Heterokonten nichts zu tun.

Nur WILLE und seine Schüler lehnen auch in der Folge die Heterokonten als eigene Klasse ab, ziehen sie in die Chlorophyceen ein oder schließen sie an die Chlorophyceen an, ohne sich aber auch nur mit einem Worte mit den großen Verschiedenheiten zwischen den Heterokonten und den Chlorophyceen auseinanderzusetzen.

Im Jahre 1911 gelang es PASCHER, die Heterokonten nach den gleichen Ausbildungsweisen zu gliedern, die der Gliederung der Chlorophyceen zugrunde gelegt werden. Es ließen sich für die Heterokonten die gleichen vegetativen Ausbildungsweisen wie für die Chlorophyceen (und auch die anderen Algenreihen, die auf Flagellatenorganisationen zurückgeführt werden können) erweisen, nur fehlen den Heterokonten nach unserer derzeitigen Erkenntnis die „siphonocladialen" Ausbildungen.

Die Stellung der Heterokonten innerhalb der Algen war aber noch recht umstritten. Am meisten neigte man dazu, sie wegen ihrer grünen Färbung als nahe verwandt mit den Chlorophyceen anzusehen. 1914 klärt PASCHER die Stellung der Heterokonten. Er zeigt die großen Übereinstimmungen auf, die zwischen den Heterokonten und jener Algengruppe bestehen, die auf die Chrysomonaden zurückgeht und als Chrysophyceen bezeichnet wird, und ferner auf die mannigfachen Übereinstimmungen, die diese beiden Gruppen mit den Diatomeen haben. Er faßt deshalb die Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen als den Algenstamm der *Chrysophyta* zusammen. Eine ausführliche Darstellung der Übereinstimmungen zwischen den Heterokonten, Chrysophyceen und Diatomeen wird von ihm 1921 gegeben. Die Annahme der nahen Verwandtschaft zwischen den Chrysophyceen und Heterokonten wird durch zwei morphologische Tatsachen erhärtet: 1932 kann VLK für die Geißeln der Heterokonten die gleiche Struktur nachweisen, die schon vorher von BOYE-PETERSEN für die ungleichgeißligen Chrysomonaden aufgezeigt worden war (Hauptgeißel = Flimmergeißel, Nebengeißel = Peitschengeißel). Und 1933 kann PASCHER zeigen, daß bei den Heterokonten gewisse Sporentypen genau in der gleichen Weise gebildet werden wie bei den Chrysophyceen: endogen bzw. endoplasmatisch.

Die neueren Algenwerke: SMITH (1933), DANGEARD (1933) und FRITSCH (1935), behandeln dementsprechend die Heterokonten auch als eigene Klasse.

Zusammenfassende Darstellungen der Heterokonten wurden mehrfach gegeben; die erste von BORZI in seinen Studi algologici

(1895). Die erste monographische und für diese Zeit außerordentlich gute und gründliche Darstellung gibt HEERING 1906 im ersten Teile seiner Schleswig-Holsteinschen Algenflora. Eine synoptische Darstellung der damals näher untersuchten Süßwasserformen findet sich in der Süßwasserflora Bd. **11** (1925).

Wichtige Beiträge zur Kenntnis der Heterokonten verdanken wir in der Folgezeit R. CHODAT, V. MILLER, L. GEITLER, R. SKUJA und vor allem W. VISCHER, der viele Heterokonten rein gezüchtet hat und auf Grund seiner Reinkulturen uns wichtige physiologische, entwicklungsgeschichtliche und systematische Einblicke in einzelne Gattungen wie *Mischococcus*, *Chlorellidium*, *Heterothrix*, *Vischeria*, *Heterococcus* und *Botrydium* ermöglichte.

Eine übersichtliche und sehr klare Darstellung der Erforschung der Heterokonten bis zum Jahre 1906 verdanken wir HEERING. Sie ist seiner monographischen Darstellung (1906) vorangestellt.

Schrifttum.

AGARDH, C. A. (1810/12): Dispositio alg. Suec. Lund.

— (1817): Synopsis Algar. Scandinav. Lund.

— (1824): Systema Algar. Lund.

ALLORGE, P. (1931): Hétérocontes ou Xanthophycées, Rev. alg. **5**, 230.

— (1931): Hétérocontes Euchlorophycées et Conjuguées de Galice. Rev. alg. **5**, 327–382. Taf. 17–32.

ARCHER, W. (1875): On Chlamydomyxa labyrinthuloides nov. gen. nov. spec. a new freshwater sarcodic organism. Quart Journ. Mic. Science nov. ser. **15**, 107–130.

ARESCHOUG, J. Fr. (1861/64): Algae Scandinavicae exsic. Ser. ov fasc. 1–6, Upsala.

ASKENASY u. FORSTER, (1892): Beiträge zur badischen Algenflora. Mitt. Bad. Bot. Ver. 1892, Nr. 110, S. 1–6.

ATKINSON, G. F. (1903): The genus Harpochytrium in United States. Annal. mycog. **1** mit Taf. X.

BACHMANN, HANS (1911): Das Plankton des Süßwassers mit besond. Berücksichtigung des Vierwaldstätter Sees. Jena 1911.

BECK-MANNEGATTA, G. v. (1926): Neue Grünalgen aus Kärnten. Arch. Prot. **55**, 173–189.

— (1931): Die Algen Kärntens, erste Grundlagen einer Algenflora Kärntens. Beih. Bot. Centralbl. **47** Abt. 1, 211–342.

BISWAS, K. (1938): Association of some Common Algae with Animals in Indian Waters. Hedwigia **76**, 114–130, Taf. 7–9.

BLACKBURN, K. B. (1936): Bortyococcus and the Algal Coal. Part. I. A vestigation of the algae *Botryococcus Braunii* KTZ. Trans. Roy. Soc. Edinburgh **58**, 3 (Nr. 29), 841–854.

BLACKMAN, F. F. und TANSLEY, A. G. (1903): A Revision of the Classification of Green Algae. New Phytol. **1** (1902) 1–64

BOHLIN, K. (1897): Die Algen der REGNELLschen Expedition. I. Protococcoiden. Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Abt. 3, Nr. 7, 1–47 (Meddelanden from Stockholms Högskola 162).

— (1897): Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen. Öfversigt af K. Svensk. Vet. Akad. Förhandl. Nr. **9** (Meddelanden from Stockholms Högskola Nr. 169).

— 1897: Studier ofver uägra slägter af Alggrupper Confervales Borzi. Bih. till K. Svensk. Vet. Akad. Handl. **23**, Afd. 3, Nr. 3 (Meddelanden from Stockholms Högskola Nr. 160, Taf. I, II; 1–56).

— 1901: Etude sur la flore algologique d'eau douce des Azores. Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl. **27**, Ab. 3, Nr. 4 (Meddelanden from Stockholms Högskola Nr. 212).

BOHLIN, K. (1901): Utkast till de gröna algernas och arkegoniaternas fylogeni. Akad. Abh. Upsala 1901.

BORGE, O. (1893/94): Süßwasser-Chlorophyceen, gesammelt von F. O. KIHLMAN im nördl. Rußland, Gouvernement Archangelsk. Bih. K. Svenska Vet. Akad. Handl. **19**, Abt. 3, Nr. 5.

— (1897): Algologiska Notiser. Bot. Notiser **1897**, 210–215.

— (1901): Süßwasseralgen aus Südpatagonien. Bih. K. Svenska Vet. Akad. Handl. **27**, Abt. 3, Nr. 10.

— (1906): Beiträge zur Algenflora von Schweden. Arch. f. Botanik **6**, Nr. 1.

— (1906): Algen aus Argentina und Bolivia. Arch. f. Botanik **6**, Nr. 4.

— (1906): Süßwasserchlorophyceen von Feuerland und Isle Decolacion. Botaniske Studier. Uppsala 1906.

— (1909): Nordamerikanische Süßwasseralgen. Ark. f. Botanik **8**, Nr. 13.

(1911): Die Süßwasseralgenflora Spitzbergens. Kristiania Vidskapselsk.

— Skrift. I, Math.-nat. Kl., Nr. 11.

— (1913): Beiträge zur Algenflora Schwedens. II. Bot. Notiser **1913**.

— (1918): Die von O. LÖFGREN in São Paulo gesammelten Süßwasseralgen. Ark. f. Botanik **15**, Nr. 13.

BORZI, A. (1883): Studi algologici **1**: 1883; **2**: 1895. Palermo.

— (1888): *Chlorothecium Pirottae*. Malpighia **2**, fasc. 5/6, 250–259.

— (1888): Sullo sviloppo del *Mischococcus confervicola* NAEGELI. Malpighia **2**, 133–147.

— (1889): *Botrydiopsis*, nuovo genere di alghe verde. Boll. Soc. Ital. Microscopisti.

— (1892): Alghe d'aqua dolce della Papuasia raccolte su cranii umani dissepolti. Nuova Notarisia **1892**, 1.

BOYE-PETERSEN, JHS. (1915): Studier ofver Danske aerofile Alger. Kgl. Dansk. Vid. Selsk. Skrifter **7**, Nat.-Math. Abt., **12**, 7, 269–380, Taf. 1–4.

— (1928): The aerial algae of Iceland. Botany of Iceland **2**.

— (1932): Einige neue Erdalgen. Arch. Prot. **76**, 395–408.

— (1932): The Algal Vegetation of Hammer Bakker. Botan. Tidskrift **42**, 1–48.

— (1935): Studies on the Biology and Taxonomy of Soil-Algae. Dansk. Bot. Ark. **8**, Nr. 9, 1–183.

BRABEZ, ROSALIA (1939): Zur Kenntnis der Algenflora des Franzensbader und Sooser Quellenbereiches. Berich. Bot. Centralbl. **60**, (A) (im Erscheinen).

BRAUN, A. (1849/50): Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Freiburg 1849/50, Leipzig 1851.

— (1855): Algarum unicellarium genera minus cognita, praemissis observationibus de algis unicellularibus in genere. Leipzig. 6 Taf.

BRISTOL, D. M. (1920): On the Alga-flora of some desiccated English soils: an important factor in soil Biology. Ann. of Bot. **34**, 35–80, Taf. 2.

CARLSON, C. W. F. (1906): Über *Botryodictyon elegans* LEMMERMANN und *Botryococcus Braunii* KÜTZ. Botan. Studier Upsala **1906**, 141–146, Taf. 5.

CARTER, N. (1919): On the cytology of two species of *Characiopsis*. New Phytol. **18**, 177–186.

— (1938): New or interesting algae from brackish water. Arch. Prot. **90**, 1–68.

CEDERCREUTZ, C. (1931): Zwei neue Heterokontenarten. Arch. Prot. **75**, 517–522.

CHADEFAUD, M. (1919): Sur la cytologie d'un Monas comparée a celle de quelques autres organismes flagellés. Ann. Prot. **3**, 181–191, Taf. 19.

— (1930): Obs. cytologiques sur les Confervacées. Bull. soc. bot. France **77**, 358–366.

— (1935): Le Cytoplasma des Algues vertes et des Algues brunes, ses éléments figurés et ses inclusions. Thèse fac. scienc. univ. Paris, N. Ser. 1572, N. Ordn. 2438.

CHODAT, F. et KOL, E. (1934): Etudes sur le développement des Algues unicellulaires dans le vide. Bull. soc. Bot. Gen. sér. 2, **25**, 1–25.

CHODAT, R. (1896): Sur la structure et la biologie de deux algues pelagiques Journ. de Botanique **10**, Nr. 20, 21 et 24.

— (1908): Sur un nouveau genre de Conferves (*Heterococcus*). Bull. de l'herbier Boissier, sér. 2, **8**, 81.

— (1909): Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues. Mémoire publié à l'occasion du Jubile de l'université Genève.

— (1913): Monograph. d. Algues en culture pure. Materiaux pour la flore cryptotamique Suisse 4, fasc. **2**, Bern.

CHODAT, R. et CRETIER (1900): Sur le noyaux des algues vertes inférieures. Arch. scienc. phys. et nat. **10** (Genève).

CHOLODNY, N. (1922): Über Eisenbakterien und ihre Beziehungen zu den Algen. Ber. dtsch. Bot. Ges. **40**, 326–346.

CLEVE, P. T. (1898): Om aplanosporer hos *Halosphaera*. Öfver. Kgl. Svensk. Vet. Akad. Förhandl. **1898**, Nr. 1.

— (1901): The seasonal distribution of Plankton Organisms. Göteborg. — Plankton from the Indian Ocean and the Malay Archipelago. Öfver. Kgl. Svensk. Vet. Akad. Handl. **35**, Nr. 5.

COLLINS, F. S. (1909): The Green Algae of North America. Tufts Coll. Stud. 2, Nr. **3** (scient. ser.) 79–480, Taf. 1–16.

COOKE, M. C. (1882/84): British Freshwat. Algae (excl. *Desmidiaceae* and *Diatomeae*). (Teil I: Text; Teil II: Tafeln). London.

CROASDALE, H. T. (1935): The Freshwat. Algae of Woods Hole Massuchusetts. Univ. Penns. Chapt. Sigma *a* **11**.

DANGEARD, P. A. (**1903**): Une nouveau genre des Chrytidiacées le *Rhabdium acutum*. Ann. mycol. **1**.

— (1925): Une algae verte peu connue appartenant au genre *Botrydiopsis*. Nuov. Notaris. **1925**, 123–125.

— (1933): Note sur un cas de mutation regressiv chez les algues. Le Botaniste **25**, 293–420, Taf. 25.

— (1934): Mémoire sur une genre nouveau d'Heterocontées le *Fremya sphagni*. Le Botaniste **26**, 673–682, Taf. 55–56.

— (1903): Un nouveau genre des Chrytridiacées. Le Botaniste **9** (1903) 21–23.

DANGEARD, P. A. (1929): Rapport préliminaire sur les recherches biologiques faites à bord du Pourquoi pas pendant la première croisière de 1928. — Ann. hydrographiques **1929/30**, Nr. 1903.

DANGEARD, PAUL (1928): L'appareil mucifère et le vacuom chez le Euglènes. Ann. Protostologiques **1**.

— (1933): Traité d'Algologie. Encyclopédie Biol. Paris **11**.

DEKKER, E. u. ZIEGENSPECK, H. (1929): Das System der Phaeophyta aus der Betrachtung der Behälter von Sporen und Gameten, sowie der Generationen entwickelt. Botan. Arch. **24**, 404–415.

DERBES et SOLIER (1856): Mémoire sur quelques points de la physiologie des algues. Suppl. aux Compt. rend. **1**, 18.

DETONI, J. B. (1889): Sylloge Algarum **1**, Padua.

DE WILDEMAN, E. (1935): Resultats du voyage de la Belgica 1897–1899. Bot. Observations sur les algues.

DOFLEIN, F. (1921): Die Gattung *Chloramoeba* BOHLIN und ihre Stellung im Reiche der Organismen. Acta zool. **2**, 431–443, Taf. 2.

ENDLICHER, ST. (1836–40): Gen. plant. sec. ord. nat. pl. disp. et Supplem.

ELENKIN, A. A. (1924): Descriptio specierum formarumque novarum e gen. *Characium* BRAUN et *Characiopsis* BORZI cum crustaceis symbioticis. Notulae syst. ex instituto cryptogam. horti bot. reipubl. Rossicae **3**, 33–36.

ENGLER, A. u. DIELS, L. (1936): Syllabus der Pflanzenfamilien. 11. Aufl. Berlin.

FAMINTZIN, A. (1872): Die organischen Salze als ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Studium der Entwicklung niederer chlorophyllhaltiger Organismen. Bull. de l'acad. Imp. scienc. Péterbourg **17**, 226–281.

FEHER, D. (1936): Untersuchung über die regionale Verbreitung der Bodenalgen. Arch. Microbiol. **7**, 439–376.

FEHER, D. u. FRANK, M. (1936): Untersuchungen über die Lichtökologie der Bodenalgen. Arch. Microbiologie **7**, 1–31.

FISCHER, A. (1892): Bearbeitung der Chytridiales in RABENHORSTS Kryptogamenflora **1**, 4.

FRESENIUS, G. (1858): Beiträge zur Kenntnis mikroskopischer Organismen. Abh. Senckenbergschen naturf. Ges. **2**, Lief. 2.

FRITSCH, F. E. (1935): Structure and reproduction of the algae. London **1**.

FRITSCH, F. E. and RICH, FL. (1924): Contrib. to our knowledge of the freshwater algae of Africa. IV. Freshwater and subaerial algae from Natal. Transact. Roy. Soc. South Africa **11**, 297–398.

— (1929): Contrib. to our knowledge of the freshwater algae of Africa. VII. Freshwater algae from Griqualand West. Trans. Roy. Soc. South Africa **18**, Part 1/2, 1–92.

GAIDUKOV, N. (1905): Über die Eisenalge *Conferva*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **23**, 250–253.

GARDNER, N. L., (1910): *Leuvenia*, a new genus of flagellates. Univ. of Calif. Publ. Bot. **4**, Nr. 4, 97–106.

GAVAUDAN, P. (1931): Quelques remarques sur *Chlorochromonas polymorpha* spec. nov. Le Botaniste **23**, 277–300, Taf. 21–23.

GAY, FR. (1891): Recherches sur le développement et la classification de quelques Algues vertes. Paris.

GEDDES, F. (1882): Observations on the resting state of *Chlamydomyxa labyrinthuloides*. Quart. Journ. micr. Science, nov. ser. **22**.

GEITLER, L. (1925): Beiträge zur Kenntnis der Flora ostholsteinischer Seen A. Eine neue Heterochloridale. Arch. Prot. **52**, 603–605. C. Zur Kenntnis des *Botryococcus Braunii*. Arch. Prot. **52**, 609–611.

— (1928): Neue Gattungen und Arten von Dinophyceen, Heterokonten und Chrysophyceen. Arch. Prot. **63**, 67–83.

— (1930): Ein grünes Filarplasmodium und andere neue Protisten. Arch. Prot. **69**, 615–636.

— (1931): Über das Auftreten von Carotin und die Abgrenzung der Heterokonten. Österr. Bot. Zeitschr. **79**, 329–332.

— (1935): *Trypanochloris*, eine neue grüne Alge in den Schalen von Landschnecken und ihre Begleitflora. Biologia gen. **11**, 2, 135–148.

GERNECK, R. (1907): Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen. Beih. Bot. Centrbl. **21**, Abt. 2, 221–290.

GISTL, R. (1932): Zur Kenntnis der Erdalgen. Arch. Mikrobiologie **3**, 634–649.

GOBI, CHR. (1886/87): *Peroniella Hyalothecae*, eine neue Süßwasseralge. Script. bot. hort. Petropol. **1**, 1, fasc. 2.

— (1889): *Fulminaria mucophila* nov. gen. nov. spec. Script. bot. hort. Petropol. Fasc. **14**.

GRAN, H. H. (1902): Das Plankton des nordischen Meeres vom biologischen und hydrographischen Standpunkt aus behandelt. Report on Norwegian Fishery and Marin-Investigations **2**, Nr. 5.

GUTWINSKI, R. (1892): Diagnoses nonnullarum algarum novarum in Galicia orientali 1890 coll. Nuov. Notaris. **1892**, 17.

HANSGIRG, A. (1886): Prodromus der Algenflora von Böhmen. **1**: 1886; **2**: 1892. Arch. Naturwiss. Landesdurchforschung Böhmens, Bot. Abt. **6**, Nr. 6 bzw. **8**, Nr. 4.

HANSTEIN, A. v. (1878): Über eine mit Eisenoxydhydrat umkleidete *Conferva*. Sitzungsber. niederrhein. Ges. Bonn S. 73.

HAWLITSCHKA, E. (1932): Die Gattung *Tribonema*. Pflanzenforschung **15**. Jena.

HAZEN, T. E. (1902): The Ulotrichaceae and Chaetophoraceae of USA. Mem. Torr. Bot. Club. **11**, 121.

HEERING, W. (1906): Heterokontae-Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins und der angrenzenden Gebiete der freien und Hansestädte Hamburg und Lübeck mit besonderer Berücksichtigung zahlreicher im Gebiete bisher nicht beobachteter Gattungen und Arten. Jahrb. Hamburger wiss. Anst. **23**, Beih. 3, 61–150.

HENSEN, V. (1887): Über die Bestimmung des Planktons. V. Ber. d. Komm. wiss. Meeresuntersuch. d. deutschen Meere. 1882/87.

HERMANN, J. (1863): Über die bei Neudamm aufgefundenen Arten des Genus *Characium*. Rabenhorsts Beitr. z. näheren Kenntnis u. Verbreitung d. Algen. S. 23–30 (Sep. Zitat nach HEERING).

HIERONYMUS, G. (1898): Zur Kenntnis von *Chlamydomyxa labyrinthuloides* ARCHER. Hedwigia **37**, 1–49. Bemerkungen über *Chlamydomyxa labyrinthuloides* ARCHER und *Chlamydomyxa montana* LANKESTER. Hedwigia **44**, 137–137.

HOLLERBACH, M. M. (1936): Sur la question de la composition et de lare partition des algues dans les sols. Act. Inst. Bot. Acad. Sci. S.S.S.R., sér. 2, Fasc. **3**, 1–295.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1925): Algol. Mitteilungen. II: Eine neue Heterococcale. Arch. Hydrobiol. **16**, 161.

HUSTEDT, F. (1930): Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Rabenhorsts Kryptogamenflora **7**.

HUZEL, C. (1937): Beitrag zur Kenntnis der mikroskopischen Pflanzenwelt der Rauhen Wiese bei Böhmerskirch. Veröff. Württemb. Landesstelle f. Naturschutz **1936**, 5–148.

JAMES, E. J. (1935): An Investigation of the algal growth in some naturally occuring soils. Beih. Bot. Centralbl. **53** (A), 519–553.

JANET, C. (1918): Sur le *Botrydium granulatum*. C. R. Acad. Sci. Paris **166**, 960–963.

— (1918): Sur le *Botrydium granulatum*. Limoges.

JÖRGENSEN, E. (1900): Protophyten und Protozoen im Plankton aus der norwegischen Westküste. Bergens Mus. Aarbog 1900, Nr. **6**.

ITZIGSOHN, H. (1854): Über die Algengattung *Psichohormium*. Flora (Neue Reihe) **12**, 17–20.

IWANOFF, L. A. (1898): Zur Entwicklungsgeschichte von *Botrydium granulatum*. Arb. k. St. Petersburger Ges. d. Naturforscher **29**.

IYENGAR, M. O. (1925): Note on two new species of *Botrydium* from India. Journ. Bot. Ind. Soc. **1925**, 193–202.

KIRCHNER, O. (1878): Algen Schlesiens = Kryptogamenflora v. Schlesien **2**, 1. Hälfte: Algen.

KLEBS, G. (1896): Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena.

KNAPP, E. (1933): Über *Geosiphon pyriforme* FR. WETTST., eine intracelluläre Pilz-Algensymbiose. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **51**, 210–221.

KNUDSEN, M. u. OSTENFELD, C. (1899): Jagttagelser over Overfldevandets temperatur, saltholdighet og Plankton paa islandske og gronlandske skibsruter i 1898 foretagne under ledelse af C. W. WANDEL. Kopenhagen.

KOL, E. (1934): Sur un nouvel organisme du cryoplankton de la Suisse: *Chodatia tetrallantoidea*. Bull. Soc. Bot. Genève **25**, 277–279.

KOL, E. u. CHODAT, F. (1934): Quelques algues nouvelles de sols et de la neige du Parc Nat. Suisse, Engadine. Bull. Soc. Bot. Genève **25**, 250–263.

KOLKWITZ, R. (1926): Zur Ökologie und Systematik von *Botrydium granulatum* (L.) GREV. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **44**, 533–540.

KORSCHIKOFF, A. A. (1930): On the occurence of pyrenoids in Heterocontae. Beih. Bot. Centralbl. **46**, 1, 470–478.

— (1930): On the origin of Diatoms. Beih. Bot. Centralbl. **46**, 1, 460–469.

— (1931): Notizen über einige apochlorotische Algen. Arch. Prot. **74**, 249–258.

KUFFERATH, A. (1928): La culture des Algues. Rev. algologique **4**, 1–222.
KÜTZING, T. (1842): Über ein neues *Botrydium* (*Botrydium Wallrothii*). Nov. Act. Caes. Leop. Carol. **19**, 383.
— (1843): Phycologia generalis. Leipzig.
— (1845): Phycologia Germanica. Nordhausen.
— (1849): Species Algarum. Leipzig.
— (1849/1869): Tabulae phycologicae. Nordhausen.
LAGERHEIM, G. (1887): Zur Entwicklungsgeschichte einiger Confervaceen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **5**, 409–417.
— (1889): Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora*. Flora **72**; Neue Reihe **47**, 179–210.
— (1890): Contribuciones a la flora Algologica de Ecuador. Anal. de la universidad de Quito **4**, Nr. 17 (Zitat nach BOHLIN).
— (1893): Chlorophyceen aus Abessinien und Kordofan. Nuov. Notarisia, ser. **4**, 153 (Zitat nach BOHLIN).
LANKESTER, R. (1886): *Chlamydomyxa montana* nov. spec., one of the Protozoa gymnomyxa. Quart. J. micr. Sci. **39**, 233–244.
LEMMERMANN, E. (1899): Das Genus *Ophiocytium*. Hedwigia **38**, 20.
— (1899): Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific (H. SCHAUINSLAND) 1896/97: Planktonalgen. Abh. Naturw. Ver. Bremen **16**.
— (1903): Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. 15. Phytoplankton einiger Plöner Seen. Forsch.-Ber. Biol. Stat. Plön **10**, 116–171.
— (1904): Das Plankton schwedischer Gewässer. Ark. f. Botanik **2**, Nr. 2, 1–20.
— (1904): Über die von Herrn Dr. WALTER VOLZ auf einer Weltreise gesammelten Süßwasseralgen. Abh. Naturw. Ver. Bremen **1**.
— (1910): Zur Kenntnis der Planktonalgen. Arch. Hydrobiol. u. Planktonkunde **5**, 291–338.
LEWIS, J. F. and TAYLOR, W. R. (1928): Notes from the Woods-Hole Laboratory. Rhodora **30**, 195–198.
LOHMANN, H. (1903): Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, Neue Folge **7**.
— (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Untersuch. d. Meeres, Abt. Kiel, Neue Folge **10**.
— (1912): Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in der von der „Deutschland" während ihrer Fahrt nach Buenos Aires durchfahrenen Gebiete des Atlantischen Ozeans. Int. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie **4** und **5**.
LUTHER, A. (1899): Über *Chlorosaccus*, eine neue Gattung der Süßwasseralgen nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen. Bih. till Svenska Vat. Akad. Handl. **24**, Afd. 3, Nr. 13.
MARTEL, E. (1885): Contribuzione alla conosc. dell Algologie Romana. Ann. del ist. Bot. die Roma **1**, fasc. 2.
MARTIUS, C. PH. (1817): Flora cryptogamica Erlangensis etc. Nürnberg.
MATTAUCH, F. (1937): Ein Beitrag zur Kenntnis der Verlandungserscheinungen am Hirschberger Großteich. Beih. Bot. Centralbl. **54** (B), 377–426.

MILLER, V. (1927): Untersuchungen über die Gattung *Botrydium*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45**, 151–170.

MOEBIUS, M. (1894): Australische Süßwasseralgen. Abh. Senckenberg. nat. Ges. **18**, 309–340.

MOORE, G. T. (1900): New or little known unicellular algae I. Bot. Gaz. **30**, 100.

MOORE, G. T. and CARTER, N. (1926): Further studies on the subterranean algal flora of the Missouri Bot. Garden. Ann. Miss. Bot. Garden **13**, 101–140.

MURRAY, G. (1905): On a new genus of Algae *Clementia Markhamiana*. Geogr. Journ. **25**, 121–123.

NAEGELI, C. (1849): Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. Zürich.

OLTMANNS, F. (1922): Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. Jena.

OSTENFELD, C. H. (1910): *Halosphaera* and *Flagellatae*. Cons. perm. intern. expl. d. l. mer. Bull. trim. Res. plankton. (Kopenhagen 1910). **1**, 20–83.

— (1915): Om Algeslaegten *Halosphaera*'s system. Stilling. Bot. Tidskr. **34**, 70.

— (1928): Note on *Halosphaera* SCHMITZ. Dansk. bot. Arkiv **5**, 1–8.

OYE, VAN, P. (1925): Flagellates du Congo Belge. Bull. Soc. Bot. Roy. Belg. **58**, fasc. 1, 1–9.

PASCHER, A. (1911): Marine Flagellaten im Süßwasser. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **29**, 517–523.

— (1913): Die Heterokontengattung *Pseudotetraedron*. Hedwigia **53**, 1–5.

— (1913): Zur Gliederung der Heterokonten. Hedwigia **53**, 6–22.

— (1914): Über Flagellaten und Algen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **32**, 136–160.

— (1915): Über *Halosphaera*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **33**, 488–492.

— (1917a): Von der grünen Planktonalge des Meeres *Meringosphaera*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **35**, 170–175.

— (1917b): Eine Bemerkung über die Zusammensetzung des Plankton des Meeres. Biol. Centralbl. **37**, 312–315.

— (1918): Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Arch. Prot. **38**, 1–88.

— (1921): Über die Übereinstimmungen zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **39**, 236–248.

— (1924): Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **42**, 148–155.

— (1925): *Heterocontae* in: „Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz" **11**, 1–118.

— (1929): Neue oder wenig bekannte Protisten. XXI. — Neue Flagellaten. XIX. Arch. Prot. **65**, 426–464.

— (1930a): Über einen grünen, assimilationsfähigen plasmodialen Organismus in den Blättern von *Sphagnum*. Arch. Prot. **71**, 311–358.

— (1930b): Zur Kenntnis der heterokonten Algen. Arch. Prot. **69**, 401–451.

— (1930c): Amöboide, animalisch sich ernährende Entwicklungsstadien bei einer Alge (Heterokonte). Jahrb. f. wiss. Botanik **73**, 226–240.

— (1930d): Berichtigung zum Aufsatze: Zur Kenntnis der heterokonten Algen. Arch. Prot. **69**, 666.

PASCHER, A. (1931): Systematische Übersicht über die mit Flagellaten in Zusammenhang stehenden Algenreihen und Versuch einer Einreihung in die Stämme des Pflanzenreiches. Beih. Bot. Centralbl. **48**/2, 317–332.

— (1932): Zur Kenntnis mariner Planktonten. I: *Meringosphaera*. Arch. Prot. **77**, 195–218.

— (1932): Über einige neue oder kritische Heterokonten. Arch. Prot. **77**, 305–359.

— (1932): Über eine in ihrer Jugend rhizopodial und animalisch lebende epiphytische Alge. Beih. Bot. Centralbl. **49**/1, 676–685.

— (1913): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Veränderter Titel: Süßwasserflora Mitteleuropas (im Erscheinen), z. T. 2. Aufl.

PEARSELL, H. (1929): The Plankton algae of the English Lakes. The Naturalist **1929**, April, 137–142.

— (1925): Phytoplankton of English Lakes. Journ. Linn. Soc. **47**, 55–73.

PENARD, E. (1904): Etude sur la *Chlamydomyxa montana*. Arch. Prot. **4**, 296–334.

PERTY, M. (1852): Zur Kenntnis kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik, mit Spezialverzeichnis der in der Schweiz beobachteten. Bern.

PETROVA, P. (1930): Eine neue festsitzende Protococcalengattung (*Tetraciella*). Arch. Prot. **71**, 550–566.

— (1931): Die vermeintliche Heterokonte *Botrydiopsis minor* eine Chlorophycee. Beih. Bot. Centralbl. **48**/2, 221–228.

POULTON, E. M. (1925): Etude sur les Heterocontes. Univ. Genév. Fac. Sci., sér. X, fasc. **11**, Thèse 777.

— (1926): Studies on the Heterocontae. New Phytolog. **25**, 309–337 (verkürzter Auszug aus der vorstehenden Arbeit).

— (1930): Further studies on the Heterocontae: Some Heterocontae of New England (USA.) New Phytolog. **29**, 1–26.

PRINTZ, H. (1914): Kristianiatraktens Protococcoider. Kgl. Norg. Vid. Selsk. Skrifter, Math.-Nat. Kl. **1913**, 6, 1–123 Nr.

— (1916): Contributiones ad floram Asiae interiores pertinentes. I: Chlorophyceen des südlichen Sibiriens und des Uriankailandes. Kgl. Norg. Vid. Selsk. Skrifter **1914/15**.

— (1915): Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen. Kgl. Norg. Vid. Selsk. Skrifter **1915**, Nr. 2.

— (1925): *Chlorophyceae* (nebst *Conjugatae, Heterocontae, Charophyta*). Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl., Bd. **3**.

PROBST, T. (1926): Über Zoosporen und Aplanosporenbildung bei *Ophiocytium*. Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Basel-Land **7**, 36–41.

RABENHORST, L. (1864/65): Flora europaea. Alg. aquae dulc. et submarinae. 3 Bde. Leipzig.

— (1863): Kryptogamenflora von Sachsen, der Oberlausitz, Thüringens und Nordböhmens. Abt. 1. Leipzig.

— (1847): Deutschlands Kryptogamenflora. Teil 2: Algen. Leipzig.

RAO, A. R. (1936): A new form of *Botrydium* from Lucknow. Journ. Ind. Bot. Soc. **15**, 349–351.

— (1935): On a new species of *Botrydium* from Lucknow. Proc. Ind. Sci. Congress 1935. S. 283–284.

REINSCH, P. (1867): Die Algenflora des mittleren Teiles von Franken. Nürnberg.

RICH, FL. (1935): Contributions to our knowledge of the freshwater algae of Africa. II: Algae from a pan in Southern Rhodesia. Trans. Roy. Soc. South Africa **23**/2, 107–160.

ROLL, J. (1928): Algues nouvelles, trouvées dans le plancton de la rivière Dnjepr. Ann. Protistologié **1**, 162–166.

— (1929): Zum Studium des Planktons des mittleren Dnjeprlaufes. Acad. Sci. Ukr. Mem. Sci., Math.-Phys. **11**, 3, 269–296.

ROSENBERG, M. (1931): Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Botrydium granulatum* GREV. Österr. Bot. Zeitschr. **79**, 289–296.

ROSTAFINSKI et WORONIN (1877): *Botrydium granulatum*. Bot. Zeitung **36**, 649–671.

SERBINOW, J. L. (1906): Über den Bau und die Polymorphie von *Peroniella gloeophila* GOBI. Script. Hort. Bot. Petropol. **23**, 1–18.

SMITH, G. M. (1920): Phytopl. of the Inland Lakes of Wisc. **1**. Wisc. Geol. and Nat. Hist. Surv. **57** Sc. Ser. **12**.

— (1933) Freshw. Alg. U. S.—New-York—London.

— (1938) Cryptogamic Botany **1**. New-York—London.

SNOW, J. W. (1903): The Plankton Algae of Lake Erie with spec. ref. to the Chlorophyceae. U. S. Fishery Comm. Bull. **1902**, 369–394.

— (1911): Two epiphytic Algae. Bot. Gazette **51**, 360–367.

— (1912): Two epiphytic Algae: a correction. Bot. Gazette **53**, 347.

STEINECKE, F. (1923): Über Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation bei einigen Algenreihen. Bot. Arch. **4**, 317–327.

— (1927): *Harpochytrium vermiforme* STEINECKE nov. spec. Ein neuer Phycomycet. Bot. Arch. **24**, 319–322.

— (1931): Phylogenie der Algophyten. Versuch einer morphologischen Begründung eines natürlichen Systems der Algen. Schriften der Königsberger gelehrten Ges., naturw. Kl. **8**, Heft 5.

— (1932): Algol. Notizen. Arch. Prot. **76**, 589–594.

— (1932): Untersuchungen über die phylogenetische Stellung der Microsporaceen. Bot. Arch. **34**, 216–229.

— (1932): Die Flagellaten als Reduktionsreihen am Heterokontenast der Algen. Bot. Arch. **34**, 102–114.

TAYLOR, R. and COLTON, H. S. (1928): The phytoplankton of some Arizona pools and lakes. Americ. Journ. Bot. **15**, 596–614.

TEODORESCO, G. C. (1907): Matériaux pour la flor. alg. d. l. Roumanie. Beih. Bot. Centralbl. **26**/2, 103–219, Taf. 4–10.

THURET, G. (1850): Recherches sur les Zoospores des Algues. Ann. Sci. Nat., sér. 3, **14**.

TIFFANY, L. A. (1924): A physiol. study of growth and reproduction among certain green-algae. Ohio Journ. Sci. **24**, Nr. 2, 65–98.

— (1926): The filamentous algae of northwestern Iowa. Trans. Amer. Micr. Soc. **45**, Nr. 2, 69–132.

— (1934): The Plankton of the Westend of Lake-Erie. The Ohio State Univ. Franz-Stone-Lab. Contrib. **6**.

TURNER, W. B. (1892): Algae aquae dulcis Indiae orientalis. Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl. **25**, Nr. 5.

SCHAARSCHMIDT, G. (1883): Nemety chlorosporeak vegetativ alakvaltozairol. Magy. Növ. Lap. **7**.

SCHERFFEL, A. (1901): Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Bot. Zeitung **8**, 143–158.

— (1930): Einige Daten zur Kenntnis der Algen des Balatonsee-Planktons. Folia cryptogam. **1**, 750–766.

— (1914): Algol. Fragmente zur Flora der Hohen Tatra. Magy. Botanik. Lapok **1914**, 189–193.

— (1926): Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen. III. Teil. Arch. Prot. **54**, 510–526.

SCHILLER, J. (1916): Über neue Arten und Membranverkieselung bei *Meringosphaera*. Arch. Prot. **36**, 198–208.

— (1913): Vorläufige Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchungen auf den Fahrten der Najade in der Adria. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. 1, **122**, 621.

— (1916): Eine neue kieselschalige Protophytengattung aus der Adria. Arch. Prot. **36**, 303–310.

— (1926): Die planktontischen Vegetationen des Adriatischen Meeres. B: *Chrysomonadina*, *Heterocontae*, *Cryptomonadinae*, *Eugleninae* und *Volvocales*. 1. Syt. Teil. Arch. Prot. **53**, 59–123.

SCHMIDLE, W. (1895): Einige Algen aus Sumatra. Hedwigia **34**, 293–307.

— (1903): Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **21**, 346–355.

— (1905/06): Algol. Notizen. Allg. Bot. Z. **1p**, 63–65.

SCHMITZ, R. (1878): *Halosphaera*, eine neue Gattung grüner Algen aus dem Mittelmeere. Mitt. aus der Zool. Station zu Neapel **1**, Heft 1, 67–92.

SCHRAMM, J. R. (1914): Some pure culture methods in Algae. Ann. Miss. Bot. Garden **1**, 23.

SCHRÖDER, B. (1898): Planktologische Mitteilungen. Biol. Centralbl. **1898**, 525–535.

SCHRÖTER, I. (1897): Chytridiales; in: Nat. Pflanzenfam. **1**/1.

SCHULTZ, B. u. WULFF, A. (1929): Hydrographie und Oberflächenplankton des westlichen Barentsmeeres im Sommer 1927. Ber. Dtsch. wiss. Komm. f. Meeresforschung. Neue Folge **4**, Heft 5.

SKUJA, H. (1927): Vorarbeiten zu einer Algenflora Lettlands. III. Act. hort. Bot. Latviensis **7**, 51–113.

SKUJA, H. (1932): Beitrag zur Algenflora Lettlands. I. Act. hort. Bot. Latviensis **7**, 1–86.

— (1937): Algae; in: Handel-Mazzettis Symbolae Sinicae **1**.

SMITH, G. M. (1920): Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin I. Wisconsin Geological and Nat. History Survey Bull. **57**, Sci. ser. 12.

— (1933): The freshwater Algae of United States. New York and London 1938. Cryptogamic Botany **1**.

VISCHER, W. (1932): Experimentelle Untersuchungen (Gallertbildung) mit *Mischococcus sphaerocephalus* VISCHER. Arch. Prot. **76**, 257–273.

— (1936): Über Heterokonten und heterokontenähnliche Grünalgen (*Bumilleriopsis, Heterothrix, Heterococcus, Dictyococcus, Muriella*). Ber. Schweiz. Bot. **45**, 372–410.

— (1937): Über einige Heterokonten (*Heterococcus, Chlorellidium*) und ihren Polymorphismus. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **47**, 225–250.

— (1938): Zur Kenntnis der Gattung *Botrydium*. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **48**, 538–561.

VLK, W. (1931): Über die Struktur der Heterokontengeißeln. Beih. Bot. Centralbl. **47**/I, 214–220.

— (1938): Über den Bau der Geißel. Arch. Prot. **90**, 448–488.

WALLROTH, C. F. W. (1815): Annus Botanicus sive supplementum terium ad Curtii Sprengelii Flor. Hallensem. Halle.

WESENBERG-LUND, C. (1904): Studier over de danske soeer Plankton. Kopenhagen.

WEST, W. (1893): Scotch Fresh-water Algae. Journ. of Botany **31**, 97–104.

— (1895): The Freshwater-algae of Madagascar. Transact. Linn. Soc. London ser. **25**, part **2**.

— u. G. S. (1896): Algae from Centralafrika. Journ. of Bot. **35**, 377–384.

— (1903): Notes on Freshwater-algae 3. Journ. Bot. **41**, 76.

WEST, G. S. (1904): A Contribution of our knowledge of the freshwater-algae of Columbia, ex Voyage d'exploration scient. en Columbia. Mém. Soc. Neuchât. Scienc. nat. **5**, 1013–1051.

— (1904): A Treatise of the Brit. Freshwater-algae.

— (1927): idem edit. 2, by Fritsch F. E.

WETTSTEIN, FR. v. (1915): Eine neue interessante Siphonee. Oest. Bot. Zeitschr. **65**, 145.

WETTSTEIN, R. v. (1933): Handbuch der Syst. Botanik, IV. Aufl., herausgegeben von F. v. WETTSTEIN. Wien.

WICHMANN, L. (1937): Studien über die durch H-Stückbau der Membran ausgezeichneten Gattungen *Microspora, Binuclearia, Ulotrichopsis* und *Tribonema*. Pflanzenforschung **20**, Jena.

WILLE, F. N. (1897): Ferskvandsalger fra Novaja Semlja samlede af Dr. F. Kjellman paa Nordenskiölds expedition 1875. Öfvers. Kgl. Vet. Ak. Förh. Stockholm nr. **75**, 13–74.

WILLE, F. N. (1881): Om Hvilleceller hos *Conferva*. Öfvers. Kgl. Vet. Ak. Förh. Stockholm **8**, 3–25.

— (1887): Algol. Mitteilungen. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. **18**.
ii. Über die Zellteilung von *Conferva*, S. 437–447.
vi. Über die Ruhezellen von *Conferva*, S. 459–473.

— (1897): Conjugatae u. Chlorophyceae in Nat. Pflanzenfamilien, Teil 1, Abt. 2.

— (1911): Nachträge dazu.

— (1900): Algen aus dem nördl. Tibet, von Dr. SVEN HEDIN im Jahre 1896 gesammelt. Dr. Petermanns Mitteilg. Erg.heft **13**.
Deutsche Südpolarexpedition 1901–03. VIII. Botanik. Süßwasseralgen, Teil **1**.

WOLLE (1887): Fresh Wat. Alg. U. S. A. (Bethlehem).

Alphabetisches Verzeichnis der latein. Pflanzennamen[1]).

(Synonyma kursiv)

Actinobotrys W. et G. S. West 295.
Aeronema Snow 1012.
polymorpha Snow 1015.
Aeronemum Snow 1012.
polymorphum Snow 1015.
Akanthochloris Pa. 500.
bacillifera Pa. 504.
brevispinosa Pa. 503.
Scherffelii Pa. 504.
Allantogloea ellipsoidea Pa. 640.
limnetica Pa. 637.
subsalsa Pa. 638.
Ankylonoton Pa. 224.
pyreniger Pa. 225.
Anotropis 1055.
subsalina 1056.
Arachnochloris em. Pa. 480.
Agloë Pa. 508.
compressa 485.
ellipsoidea 510.
maior 485.
minor Pa. 482.
striata 483.
Askenasyella Schmidle 295.
Asterogloea Pa. 526.
gelatinosa Pa. 529.
Asterogloeae 526
Aulakochloris Pa. 515.
areolata Pa. 517.
reticulata Pa. 517.
striata Pa. 518.

Beckingia Ruinen 1056.
salina Ruinen 1057.
Bothrochloris Pa. 231.
longeciliata Pa. 234.
Botrydiaceae 1024.
Botrydiales 1023.
Botrydiopsideae 376.
Botrydiopsis Borzi 377.
arhiza Borzi 387.
eriensis Snow 392.
(? cuprea Fehér) 396.
minor Chodat 394.
(oleacea Snow) 393.
intercedens 391/2.
turfosa Pa. 392.
Botrydium Wallroth 1024.
aequinoctiale Iyengar 1054.
argillaceum Wallroth 1037.
Bechererianum Vischer 1045.
clavatum Iyengar 1052.
cystosum Vischer 1042.
divisum Iyengar 1048.
granulatum Greville 1036.
ssp. eugranulatum Miller 1038.
var. rhizocysta Miller 1039.
var. acysta Miller 1039.
ssp. Woronini Miller 1037.
var. Kolkwitzianum 1040.
pachydermum Miller 1046.
pyriforme Kützing 1037.
rupestre Opiz 1037.
tuberosum Iyengar 1048.
var. intermedium Rao 1051.
vulgare Pa. 1055.
Wallrothii Kützing em. Miller 1041.
Wallrothii aut. excl. Kützing 1046.

[1]) Die in dieser Bearbeitung neu beschriebenen Gattungen und Arten sind ohne Autornamen angeführt.

Botryochloridaceae 661.
Botryochlorideae 662.
Botryochloris PA. 663.
cumulata PA. 665.
minima PA. 664.
simplex PA. 667.
Botryococcus KÜTZING 912.
Bracchiogonium 632.
ophiaster 632.
Brochidium PERTY 885.
parvulum PERTY 885.
Bumilleria BORZI 932.
bodanica SCHMIDLE 939.
Borziana WILLE 938.
exilis KLEBS 912.
Klebsiana PA. 936.
pumila W. et G. S. WEST 932.
sicula sensu KLEBS 936.
sicula BORZI 936.
spirotaenia PA.
Bumilleriopsis PRINTZ 830.
biverruca 842.
brevis PRINTZ 838.
closterioides 840.
incrassata 844.
megacystis SKUJA 839.
Petersenianavischer et PA. 835.
var. gigas 836.
var. minor 838.
simplex 834.

Centritractaceae 830.
Centritractus LEMMERMANN 848.
africanus FRITSCH et RICH 855.
belonophorus LEMMERMANN 853.
capillifer 857.
dubius PRINTZ 857.
? globulosus 859.
rotundatus 855.
Chaetopedia 1019.
stigeoclonioides 1019.
Characidiopsis 719.
acuta 722.
ellipsoidea 721.
elongata 720.
Chacaciopsidaceae 718.
Characiopsis BORZI 722.
acuminata LEMMERMANN 785.
acuta BORZI 760.
var. *Schroederi* PRINTZ 762.
aculeata 777.
aegyptiaca BRUNNTHALER 784.
anabaenae 732.
anas 779.
aristulata BECK-MANNAGETTA 778.
avis PA. 767.
Borziana LEMMERMANN 746.
var. disciculifera HEERING 747.
Borziana CEDERCREUTZ 749.
calyptrata 774.
Cedercreutzi 749.
cerasiformis LEMMERMANN 784.
clava LEMMERMANN 785.
cochlearis 772.
columnaris 728.
commutata 753.
constricta LEMMERMANN 784.
crassiapex PRINTZ 871.
crassirostrum 775.
crustacearum ELENKIN 787.
difflugicola HUBER-PESTALOZZI 753.
falcata LEMMERMANN 784.
falx 784.
gibba BORZI 730.
gladius PA. 869.
gracilis 735.
grandis PA. 769.
groenlandica LEMMERMANN 785.
var. rossica ELENKIN 785.
Heeringiana PA. 768.
var. maior PA. 769.
horizontalis LEMMERMANN 784.
lagena PA. 750.
lageniformis PA. 749.
longipes BORZI 780.
var. dubia 783.
lunaris 763.
malleolus PA. et KLUG 729.
malleus 727.

Characiopsis
minima 731.
minor Pa. 759.
minuta Lemmermann 756.
var. maior Wille 1065.
minuta sensu Borzi 746.
minutissima 759.
Naegelii Lemmermann 734.
obliqua 736.
obovoidea 728.
ovalis Chodat 755.
pachypus 739.
pernana 729.
pileata Copeland 740.
polychloris Pa. 773.
pyriformis Borzi 740.
var. decrescens Printz 742.
var. incrassata 744.
var. subsessilis Printz 742.
var. teres Printz 738.
Richiana 738.
saccata N. Carter 764.
sessilis Pa. 733.
sphagnicola 763.
spina 765.
spinifer Printz 766.
sublinearis Pa. 771.
subulata Borzi 751.
teres 738.
tuba Lemmermann 744.
var. maior Lemmermann 745.
turgida West 770.
var. holsatica Heering 771.
varians 736.
Characium A. Braun. p. p. 723.
acuminatum Schröder 756.
acutum A. Braun 760.
ambiguum Hermann 756.
cerasiforme Eichler 784.
clava Hermann 785.
cylindricum Lambert 786.
ensiforme Hermann 753.
ensiforme sensu West 782.
falcatum Schröder 784.
gibbum A. Braun 730.
groenlandicum Richter 785.
horizontale A. Braun 784.
longipes Rabenhorst 760.
minutum A. Braun 756.
Naegelii A. Braun 734.
ornithocephalum
var. *constrictum* Eichler 784.
pyriforme A. Braun 741.
var. *acuminata* Eichler 785.
subulatum West 756.
tenue Hermann 756.
tuba Hermann 744.
Chlamydomyxa Archer 268.
labyrinthuloides Archer 272.
montana Lankester 272.
Chlorallantus Pa. 519.
attenuatus 524.
comosus 526.
oblongus Pa. 521.
spinosus Cedercreutz 522.
Chloramoeba Bohlin 212.
heteromorpha Bohlin 212.
? marina Schiller 216.
Chlorarachniaceae 251.
Chlorarachnion Geitler 252.
reptans Geitler 254.
Chlorarkys 495.
reticulata 495.
Chlorella acuminata Gerneck 443.
Chlorellidieae 683.
Chlorellidiopsis 683.
separabilis 686.
Chlorellidium Vischer et Pa. 688.
tebrabotrys Vischer et Pa. 695.
Chloridella Pa. 360.
cystiformis 363.
ferruginea 364.
neglecta Pa. 360.
simplex Pa. 365.
Chlorobotrys sensu Chodat bei Poulton 553.
Chlorobotrys Bohlin 644.
bacillaris Kufferath 413/658.
Gloeothece 652.
limneticus G. M. Smidt 637.
neglectus Pa. et Geitler 361/658.

Chlorobotrys
polychloris PA. 656.
regularis BOHLIN 653.
simplex PA. 649.
solitaris GEITLER 413/658.
stellatus CHODAT-POULTON 559/658.
terrestris PA. 652.
Chlorochromonas LEWIS 235.
Chlorocloster PA. 453.
angulus 461.
caudatus PA. 455.
dactylococcoides 466.
inaequalis 455.
minimus 463.
pachychlamys 458.
pyreniger 459.
raphidioides 463.
simplex 464.
terrestris PA. 456.
Chlorococcum regulare W. WEST 694.
Chlorogibba GEITLER 574.
aculeata PA. 580.
ostreata PA. 578.
pentagonia PA. 582.
regularis PA. 580.
trochisciaeformis GEITLER 577.
Chlorogloea PA. 278.
endochloris PA. 279.
Chlorokardion PA. 229.
pleurochloron PA. 231.
Chlorokoryne 529.
irregularis 534.
Lagenaria 533.
Petrovae 532.
regularis 533.
Chlorokoryneae 529.
Chloromeson PA. 219.
agile PA. 222.
parvum N. CARTER 1057.
Chlorosaccus LUTHER 288.
fluidus LUTHER 291.
fluidus sensu G. M. SMITH 287.
Chloropedia PA. 818.
incrustans 823.
plana PA. 821.
Chloropediaceae 812.
Chlorotheciaceae 860.
Chlorothecieae 860.
Chlorothecium BORZI em. PA. 863.
capitatum 870.
cepa 868.
clava 876.
compactum 872.
crassiapex 871.
gladius 869.
inaequale 867.
Pirottae BORZI 873.
pyxidatum 870.
Closterium cuspidatum BARLEY 906.
Coccochloris p. p. SPRENGEL 1025.
radicata SPRENGEL 1037.
Conferva em. LAGERHEIM 940.
affinis WEST 970.
Ansonii AGARDH
var. *brevis* WITTROCK et NORDSTEDT 985.
bombycina AGARDH 975.
var. *aequalis* KÜTZING 967.
var. *elongata* RABENHORST 979.
var. *maior* WILLE 979.
f. *minor* WILLE 963/973.
? fa. *minus* WEST 963.
var. *pallida* KÜTZING 979.
var. *sordida* KÜTZING 979.
fa. *tenue* HAZEN 970/3.
var. *tenuis* COLLINS 972/3.
var. *utriculosa* WILLE 983.
cylindrica BORGE 989.
glacialis KÜTZING 989.
glacialioides WOLLE 989.
minor KLEBS 963.
obsoleta W. et G. S. WEST 989.
punctalis DILLWYN 989.
Raciborskii GUTWINSKI 989.
rhypophila KÜTZING 989.
rigida REINSCH 989.
sansvicensis AGARDH 989.
tenerrima aut. 987.
utriculosa KÜTZING 983.
ventricosa KÜTZING 983.

Desmastridion 469.
dactylococcoides 469.
Diachros 370.
incrassata 375.
pleiochloris 374.
simplex 372.
Dictyosphaeriopsis SCHMIDLE 293.
palatina SCHMIDLE 294.
Dioxys PA. 788.
biverruca 793.
gallus PA. 790.
incus PA. 789.
rectus PA. 791.

Ellipsoideae 407.
Ellipsoidion 408.
acuminatum 1064.
anulatum 415.
oocystoides 410.
ovoideum 419.
perminimum 410.
pulchrum 418.
regulare 416.
simplex 417.
solitare 413.
stichococcoides 411.
Endochloridion PA. 496.
polychloron PA. 498.
simplex PA. 497.
Eremobiae 877.
Excentrochloris 396.
gigas 400.

Fremya DANGEARD P. A. 273.
Sphagni DANGEARD P. A. 273.
Fulminaria Hedini WILLE 809.

Gloeobotrydaceae 632.
Gloeobotrys PA. 633.
subg. Allantogloea 637.
subg. Gloeobotrys sensu stricto 635.
bacillaris KUFFERATH 642.
chlorinus PA. 635.
ellipsoideus 640.
firmus 643.
limneticus PA. 637.
subsalsus 638.
Gloeochloris PA. 283.
minor PA. 286.
planktonica PA. 285.
Smithiana 287.
Gloeopodiaceae 696.
Gloeopodium 697.
concrescens 703.
elephantipes 699.
hormotiloides 701.
nutans 700.
Gloeosphaeridium 643.
firmum 643.
Goniochloris GEITLER 607.
angusta 615.
brevispincsa PA. 618.
var. pulvinaris PA. 620.
closterioides 616.
cochleata 627.
irregularis 614.
laevis PA. 612.
ophiaster 632.
parvula 611.
polygonia 629.
pulcherrima 624.
pulchra 623.
sculpta GEITLER 612.
spinosa 620.
tetragona PA. 628.
torta PA. 626.
tripus 623.
triradiata 625.
triverruca 617.

Halosphaera SCHMITZ 910.
minor OSTENFELD 912.
ovata SCHÜTT 912.
viridis SCHMITZ 912.
Harpochytrium LAGERHEIM 800.
subg. Chytridiochloris 803.
subg. Harpochytrium s. str. 805.
adpressum SCHERFFEL 811.
apiculatum 809.
Atkinsonianum 805.
Hedinii WILLE 809.

Harpochytrium
Hyalothecae LAGERHEIM 810.
intermedium ATKINSON 806.
Scherffelii 804.
tenuissimum KORSCHIKOFF 807
? vermiculare 812.
vermiforme STEINECKE 1065.
viride SCHERFFEL 803.
Helminthogloea PA. 296.
ramosa PA. 299.
Helminthogloeae 296.
Hemisphaerella 861.
operculata 863.
Heterocapsaceae 277.
Heterocapsales 277.
Heterocapseae 278.
Heterocapsineae 274.
Heterochloridaceae 208.
Heterochloridales 208.
Heterochloridineae 205.
Heterochloris PA. 209.
mutabilis PA. 211.
Heterocloniaceae 997.
Heterocloniaceae 991.
Heterocloniales 991.
Heteroclonieae 998.
Heterococcales 305.
Heterococcineae 305.
Heterococcus CHODAT 998.
caespitosus VISCHER 1002.
Chodati VISCHER 1003.
flavescens VISCHER 1010.
Mainxii VISCHER 1007.
Marietanii VISCHER 1009.
moniliformis VISCHER 1006.
polymorphus VISCHER 1015.
simplex VISCHER 1018.
viridis CHODAT 1003.
viridis im alten Sinne 1011.
Hederodendraceae 992.
Heterodendron STEINECKE 992.
Pascheri STEINECKE 995.
squarrosum PA. 994.
Heterogloea PA. 278.
endochloris PA. 279.
minor 279.
pyreniger 282.
Heteropedia PA. 1015.
polychloris 1019.
simplex PA. 1018.
Heteropedieae 1012.
Heterorhizidineae FRITSCH 236.
Heterosiphonales 1023.
Heterosiphonineae 1023.
Heterotrichaceae 926.
Heterotrichales 912.
Heterotrichineae 912.
Heterothrix PA. 917.
Bristoliana 924.
debilis VISCHER 922.
exilis PA. 921.
quadrata 927.
stichococcoides 920.
tribonemoides 927.
ulotrichoides 923.
Hormotheca BORZI 933.
Hydrianum z. T. RABENHORST 723.
acutum RABENHORST 760.
acutum SCHRÖTER 762.
clava HERMANN 785.
gibbum RABENHORST 730.
pyriforme A. BRAUN 741.
saccatum FILARZSKY 785.
tuba HERMANN 744.
Hydrocytium z. T. RABENHORST 723.
Hydrogastraceae RABENHORST 1024.
Hydrogastreae ENDLICHER 1024.
Hydrogastrideae LINDLEY 1024.
Hydrogastrum DESVAUX 1024.
granulatum DESVAUX 1037.

Ilsteria SKUJA et PA. 671.
eradians 676.
lobata 673.
quadrijuncta SKUJA 675.
tetracoccus 673.

Keriosphaera 495.
gemma 496.

Leuvenia GARDNER 906.
natans GARDNER 908.

Linckia p. p. WIGGERS 1024.
granulata WIGGERS 1037.
Lutterella PA. 813.
adhaerens PA. 815.
globulosa 824.
obovoidea 817.
pyriformis 818.

Malleodendraceae 301.
Malleodendron 301.
gloeopus 302.
Meringosphaera LOHMANN em. PA. 536.
subg. Eumeringosphaera 542.
subg. Kymatosphaera 542.
subg. *Radiosphaera* 549.
subg. Raphidosphaera 558.
subg. *Skiadosphaera* 551.
aculeata 546.
? *baltica* LOHMANN 544.
brevispina PA. 540.
divergens LOHMANN 552.
Henseni SCHILLER 543.
hydroidea LOHMANN 549.
mediterranea LOHMANN 544.
mediterranea sensu WULFF 546.
Merzi SCHILLER 542.
radians LOHMANN 548.
serrata LOHMANN 548.
setifera SCHILLER 541.
sol PA. 550.
tenerrima SCHILLER 540.
triseta SCHILLER 605.
Wulffiana 539.
Meringosphaereae 535.
Merismogloea 661.
composita 661.
Microspora fugacissima ROTH 963.
tenerrima GAY 987.
Mischococcaceae 783.
Mischococcus NAEGELI 703.
confervicola NAEGELI 714.
var. tenuissima PRINTZ 713.
dubius PRINTZ 717.
pleiochloris 715.
sphaerocephalus VISCHER 716.
tenuissimus PA. 713.
Vischerianus 717.
Monallantus 420.
brevicylindrus 422.
gracilis 424.
pyreniger 426.
stichococcoides 425.
Monocilia GERNECK 998.
flavescens GERNECK 1010.
flavescens sensu G. M. SMITH 1015.
simplex PA. 1018.
viridis GERNECK 1011.
Monocilia sensu G. M. SMITH 1012.
Monodus CHODAT 435.
acuminata CHODAT 443.
amici mei PA. 441.
Chodati PA. 447.
coccomyxa 445.
coccomyxoides 448.
curvata 450.
cystiformis 446.
dactylococcoides 451.
guttula 438.
obliqua 1064.
ovalis CHODAT 755.
pyreniger 442.
subglobosa 439.
subterranea BOYE-PETERSEN 445.
Myxochloridaceae 256.
Myxochloris PA. 257.
sphagnicola PA. 265.

Neonema PA. 929.
pumilum PA. 932.
quadratum PA. 932.
Nephrochloris GEITLER et GIMESI 222.
incerta GEITLER et GIMESI 223.
salina N. CARTER 1058.
Nephrodiella 428.
acuta 434.
lunaris 433.
minor 431.
Phaseolus 429.
semilunaris 431.

Onkosphaera Pa. 566.
rimosa Pa. 567.
torta P a. 566.
Ophiocythiaceae 877.
Ophiocytium s. a. Naegeli 877.
sect. Brochidium 885.
sect. Sciadium 899.
sect. II. Euophiocythum 885.
sect. *Stipitatae* Lemmermann 899.
apiculatum Naegeli 887.
arbuscula Rabenhorst 899.
var. Ilkae Pa. 903.
bicuspidatum Lemmermann 895.
var. gracile Lemmermann 897.
breve Gerneck 838/906.
capitatum Wolle 896.
fa. brevispinum Lemmermann 897.
fa. irregulare Heering 897.
fa. longispinum Lemmermann 827.
fa. typicum Heering 897.
fa. umbellifera Lemmermann 898.
circinnatum Wolle 866/892.
cochleare A. Braun 887.
var. bicuspidatum Borge
fa. umbellifera Bohlin 889.
fa. bicuspidata Borge 889/896
var. longispina Lemmermann 897.
β. mucronatum A. Braun 896/904.
var. umbelliferum Rabenhorst 889. [889.
β. umbellifera Rabenhorst
constrictum Lemmermann 901/2.
cuspidatum Rabenhorst 906.
desertum Printz 905.
gracilipes Rabenhorst 901.
fa. constrictum Lemmermann 901.
var. obovatum Teodoresco 902.
var. Ilkae Lemmermann 903.
gracillimum Borzi em. Pa. 889.
Ilkae Heering 903.
Lagerheimi Lemmermann 890.
longipes 905.
longispinum Schmidle 897.
maius Naegeli 892.
var. bicuspidatum Borge 895.
maximum Borzi et Pa. 893.
mucronatum Rabenhorst 904.
parvulum A. Braun 885.
fa. *truncatum* Heering 886.
truncatum Lemmermann 885.
variabile Bohlin 894.
Ophiotrix Naegeli 885.
apiculata Kützing 888.
Osterhoutia Gardner 906.
natans Gardner 908.
Ottonia Schiller 234.
caudata Schiller 235.

Pachysphaera Ostenfeld 912.
Pelagocystis Lohmann 292.
oceanica Lohmann 292.
Perone Pa. 400.
dimorpha Pa. 406.
Peroniella Gobi 793.
curvipes Pa. 798.
Hyalothecae Gobi 796.
minuta Rich 799.
planctonica G. M. Smith 797.
Phacomonas Lohmann 226.
lacustris van Oye 228.
Lohmanni 228.
pelagica Lohmann 227.
Pirula Snow 1022.
gemmata Snow 1023.
Planctonema Schmidle 991.
Pleurochloridaceae 333.
Pleurochlorideae 333.
Pleurochloridella 334.
Botrydiopsis 338.
vacuolata 337.
Pleurochloris Pa. 338.
anomala James 348.
commutata Pa. 342.
fulgens 355.
imitans 350.

Pleurochloris
inaequalis 351.
lobata 347.
magna Boye-Petersen 343.
? pachychloron 355.
polychloris 353.
pyrenoidosa 345.
? vorax 356.
Pleurogaster 469.
anisodus 472.
lunaris 471.
setifer 473.
Polychloris Borzi 908.
amoebicola Borzi 908.
Polyedriella Pa. 567.
aculeata Pa. 573.
helvetica Vischer et Pa. 570.
irregularis Pa. 572.
Polyedrielleae 552.
Polyedrium p. parte im Sinne Bachmanns 845.
Polykyrtos 217.
vitreus 219.
Prismatella 476.
hexagona 477.
Psephonema Skuja 989.
aenigmaticum Skuja 990.
Pseudocenobieae 877.
Pseudotetraëdron Pa. 845.
neglectum Pa. 847.

Radiosphaera Pa. 549.
sol Pa. 550.
Raphidiella 680.
fascicularis 682.
Raphidosphaera Pa. 538.
brevispinosa 540.
setifera Pa. 541.
tenerrima Pa. 540.
Wulffiana Pa. 539.
Reinschiella longispina Moebius 897.
Rhabdium Dangeard 809.
acutum Dangeard 809.
Hedinii Dangeard 809.
Rhizochloridaceae 239.
Rhizochloridales 238.
Rhizochlorideae 239.
Rhizochloridineae 236.
Rhizochloris Pa. 239.
arachnoides N. Carter 1059.
mirabilis Pa. 240.
stigmatica Pa. 241.
Rhizococcum p. p. Desmazières 1025.
crepitans Desmazières 1037.
Levieuxii Crouan 1037.
Rhizolekane Pa. 249.
sessilis Pa. 250.
Rhomboidella 474.
obliqua 475.
var. gracilis 476.

Saturnella Mattauch et Pa. 908.
elegans Mattauch et Pa. 909.
Schilleriella Pa. 604.
anuraea Pa. 605.
triseta Pa. 605.
Schroederia belonophora Schmidle 853.
Sciadiaceae 877.
Sciadieae 877.
Sciadium A. Braun 899.
arbuscula A. Braun 899.
var. *Balatonis* Heering 899.
Balatonis Lemmermann 899.
gracilipes A. Braun 901.
Ilkae Istvanffyi 903.
mucronatum A. Braun 904.
Skiadosphaera Pa. 551.
divergens Pa. 552.
Sklerochlamys 366.
fragilis 369.
pachyderma 370.
Sphaera G. Karsten 912.
Sphaerosorus 668.
coelastroides 670.
Spirodiscus Eichwald 885.
cochlearis Eichwald 887.
Stichogloea Chodat 296.
Stipitococceae 243.
Stipitococcus G. S. West 244.
capensis Prescott 1062.
Lauterbornei Schmidle 248.
urceolatus G. S. West 247.

Stipitococcus
vas PA. 246.
vasiformis TIFFANY 1062.

Tetraedriella PA. 584.
acuta PA. 589.
horrida PA. 593.
impressa 588.
limbata PA. 589.
parvula PA. 589.
quadriseta PA. 591.
subglobosa PA. 587.
Tetraedrielleae 583.
Tetragoniella PA. 600.
gigas PA. 603.
Tetrakentron PA. 595.
acuminatum PA. 598.
acutum PA. 599.
tribulus 597.
Tetraktideae 670.
Tetraktis 676.
aktinastroides 679.
Trachychlorideae 479.
Trachychloron 504.
Agloë 508.
biconicum 513.
biverruca 515/1064.
chlorallantoides 512.
depauperatum 507.
ellipsoideum 510.
regulare 511.
simplex 507.
Trachycystis 488.
subsolitaria 492.
turfosa 492.
Tremella p. p. WEISS 1024.
globulosa WEISS 1057.
granulata HUDSON 1037.
Tribonema DERBÈS et SOLIER 939.
aequale PA. 967.
affine WEST 970.
angustissimum 958. [975/981.
bombycinum DERBÈS et SOLIER
var. *utriculosum* HEERING 979/983.
fa. *tenue* HAZEN 972.
crassum 985.
cylindricum HEERING 989.
elegans PA. 961.
Gayanum PA. 981.
giganteum 987.
intermixtum 979.
makrochloron 985.
minus HAZEN 963.
monochloron PA. et GEITLER 959.
obsoletum G. S. WEST 989.
pyrenigerum PA. 960.
quadratum PA. 927.
Raciborskii HEERING 989.
regulare 969.
subtilissimum 972.
taeniatum 959.
tenerrimum HEERING 987.
ulotrichoides 969.
utriculosum HAZEN 983.
viride PA. 995.
vulgare PA. 973.
Tribonemataceae 939.
Tribonematales 915.
Trypanochloridaceae 825.
Trypanochloris GEITLER 829.
clausiliae GEITLER 829.

Ulva p. p. LINNÉ 1024.
granulata LINNÉ 1037.
radicata RETZIUS 1037.
sphaerica aggregata LINNÉ 1037.

Vaucheria p. p. AGARDH 1024.
granulata LYNGBY 1037.
radicata AGARDH 1037.
Vischeria PA. 553.
subg. Euvischeria 559.
subg. Onkosphaere 566.
aster 565.
gemma 564.
gibbosa 560.
regularis 564.
rimosa 567.
stellata PA. 559.
tetraedroides 562.
torta 566.
undulata 565.